MANUAL

DO

PONTONEIRO

PAULO CESAR DE PAOLI
Major de Engenharia

APRESENTAÇÃO

A Engenharia é a Arma que se caracteriza pela amplitude de desdobramento e pela variedade de capacidades exigidas de seus quadros.

Dentre as diferentes capacidades exigidas estão às ligadas à pontagem, tais como: navegação a remo e a motor, instalação de ancoragens, mergulho autônomo e dependente, montagem e operação de passadeiras, pontes e portadas, e a manutenção e o transporte de materiais de pontes.

As características dos materiais e do meio em que atua exigem do Pontoneiro: desenvolvido senso de planejamento e previsão, rusticidade, tenacidade, coragem, resistência física, desprendimento, solidariedade, perfeita adaptação ao trabalho em equipe, flexibilidade e elevada capacidade de organização, entre outras qualidades.

Umidade, frio, sol incremente, correntezas traiçoeiras, repentinas variações do nível das águas, leitos e margens enlameadas, manuseio a braço de materiais pesados são fatores habituais nas lides de pontagem.

Antes de opor-se ao inimigo, deve, pois, o Pontoneiro estar apto a superar-se constantemente e a vencer as dificuldades inerentes ao ambiente em que atua, valendo-se de sua principal arma, que é o material de pontes.

Para sua correta formação técnica, carecerá de uma preparação teórica e prática esmerada.

Visando a essa preparação, surge o trabalho do Major PAOLI, como uma ferramenta da maior utilidade. Acalentado há vários anos, ele é fruto de uma iniciativa pessoal de reunir informações objetivas que auxiliassem na formação do Pontoneiro. Combinados em um único documento estão valiosos ensinamentos originários de manuais de campanha, notas de aula, publicações técnicas e experiências pessoais, sempre ilustrados com fotos e desenhos elucidativos.

O Major PAOLI coletou em sua trajetória profissional experiências marcantes que o qualificaram sobejamente para a tarefa de redigir o presente Manual.

Com grande orgulho, apresento este meritório trabalho de meu ex-Cadete, na certeza de que contribuirá para a formação de melhores Engenheiros Pontoneiros.

Brasília, 04 de fevereiro de 2009.

Cel Eng QEMA Carlos Alberto **Maas**
Estado-Maior do Exército

INTRODUÇÃO

O Manual do Pontoneiro é um documento especializado, atualizado e ilustrado que procura difundir os conhecimentos e experiências de pontagem militar com atitudes profissionais.

São diversos artigos reunidos em capítulos que foram testados, adaptados e verificados durante mais de vinte anos (2009-1989).

São conhecimentos e experiências necessárias aos alunos das escolas de formação, aos jovens oficiais e sargentos da arma de Engenharia. O trabalho procura agregar valores profissionais demonstrados com competência durante instruções de pontagem, exercícios e operações militares.

É uma fonte de consulta básica para todo militar que se prepara para uma instrução, para uma prova, para um exercício, para o emprego do material.

É um projeto bem sucedido, com credibilidade e pró-ativo, pois procura dirimir as dúvidas existentes entre os mais novos utilizando as experiências dos mais antigos.

É tradicional e ao mesmo tempo é dinâmico. É a melhor fonte de consulta existente em todo o Brasil.

É um trabalho realizado com dedicação, sem interesses, exceto o de agregar os engenheiros numa só família.

É um trabalho realizado com fé e com a Luz Divina.

Ao Braço Firme !!!

O Autor,

Maj Eng QEMA Paulo Cesar de **Paoli**

O AUTOR

O Major de Engenharia Paulo Cesar de **PAOLI** nasceu na cidade de Garibaldi, Rio Grande do Sul (1965). Cursou o Colégio Militar de Porto Alegre. Possui graduação em Ciências Militares e Formação de Oficiais de Engenharia pela Academia Militar das Agulhas Negras (1989). Especialização em Defesa Química, Biológica e Nuclear pela Escola de Instrução Especializada do Exército Brasileiro (1992). Mestrado em Didática do Magistério Superior / Ensino Superior pela Associação Educacional Dom Bosco (1996). Mestrado em Operações Militares pelo Curso de Engenharia da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (1997). Especialização em Operações de Desminagem Humanitária Internacional (1999/2000). Especialização em Gerência de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (2005). Especialização em Gestão Estratégica da Informação (2005). Mestrado em Altos Estudos Militares pela Escola de Comando e Estado - Maior do Exército (2007). Possui experiência em pontes militares de equipagem e pontagem.

Contatos e dúvidas: manualdopontoneiro@hotmail.com

CANÇÃO DO PONTONEIRO

Letra: 2º Ten Aurélio de Lyra Tavares - 1917
Música : Desconhecida

Nossa fé, nosso ardor, nossa esperança
Não teme nada, nem a própria morte
Cada vez que o perigo nos alcança
O pontoneiro é cada vez mais forte!

Pontoneiro, Avante Pontoneiro!
Ergamos nosso braço varonil,
Para suster com vigor de brasileiro
Sempre mais alto o nome do Brasil!

Se o rio é largo, o Pontoneiro Audaz,
Vence-o lutando, conquistando a glória
E sobre a ponte que seu braço faz,
Passa a coluna em busca da vitória!

Pontoneiro, Avante Pontoneiro!

Não tememos a fúria da metralha
Nem do rio a largura e a correnteza
O ardor do pontoneiro que trabalha
Vale mais que o inimigo e a natureza.
Pontoneiro, Avante Pontoneiro!

Trabalhemos e marchamos para adiante,
Vendo o nosso pavilhão de anil,
As glórias de Cabrita e de Amarantes
Nos chamando a lutar pelo Brasil!

Pontoneiro, Avante Pontoneiro!

REFERÊNCIAS DA INTERNET

1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E FIGURAS DA INTERNET

http://blog.seniorennet.be/geniak/
http://en.wikipedia.org
http://linkspan.com/
http://www.150th.com/rivers/rhinepic.htm
http://www.7becmb.eb.mil.br
http://www.abfigures.co.uk/british_bridging_equipment.htm
http://www.adtdl.army.mil
http://www.aebp.org.br/amarras.html
http://www.angeviniere.com.br
http://www.animatedknots.com/
http://www.armedforces-int.com
http://www.army.mod.uk
http://www.armyreserve.army.mil
http://www.army-technology.com/contractors/
http://www.atc.army.mil
http://www.avoninflatables.co.uk
http://www.avon-workboats.com
http://www.baileybrug.info/Index-E.htm
http://www.belvoir.army.mil
http://www.boatsandoutboards.co.uk
http://www.bombard.com/en
http://www.bombard.com/fr
http://www.brastechnet.com.br
http://www.catalogue.avoninflatables.co.uk
http://www.correntesguanabara.com.br
http://www.defence.gov.au
http://www.defendamerica.mil
http://www.defenselink.mil
http://www.estilonautico.com.br
http://www.exercito.gov.br
http://www.fas.org
http://www.flexboat.com.br
http://www.gdsbs.de
http://www.globalsecurity.org
http://www.hq.usace.army.mil
http://www.inflatableboats.net
http://www.kmweg.de
http://www.labortex.com.br
http://www.loc.gov/index.html
http://www.logisticbridge.com

http://www.md-bally.com.br
http://www.militaryphotos.net
http://www.nautica.com.br
http://www.nauticexpo.com
http://www.nautiflex.com.br/
http://www.nautika.com.br
http://www.primeportal.net/bridge/irb.htm
http://www.primeportal.net/engineer/ce.htm
http://www.rbbi.com
http://www.remuseum.org.uk
http://www.rs.ejercito.mil.ar
http://www.sailmaster.com.br
http://www.schottel.de
http://www.schusterdiorama-35.cz
http://www.sillinger.com/fr
http://www.totalmat.com.br
http://www.tpub.com
http://www.tpub.com/content/bridges/
http://www.triadmarine.com
http://www.usarmygermany.com
http://www.vaartuig.info
http://www.willardmarine.com
http://www.wood.army.mil
http://www.zefir.com.br
http://www.zodiac-marine-pool.com
http://www.zodiacmilpro.com
https://atiam.train.army.mil

SUMÁRIO

A ENGENHARIA NA TRANSPOSIÇÃO DE CURSO DE ÁGUA

1. INTRODUÇÃO

Nas operações de transposição de curso de água obstáculo em áreas operacionais do continente, a busca e a manutenção da iniciativa, por intermédio da rapidez e da surpresa, é um aspecto fundamental para o sucesso. Assim sendo, as divisões de exército, as brigadas e as unidades devem estar preparadas para transpor cursos de água obstáculos o mais rapidamente possível, com o mínimo de perda de impulsão, de modo a não perder a iniciativa e a manter o inimigo sob pressão.

O estabelecimento de uma cabeça-de-ponte é o meio normalmente utilizado pela Força Terrestre para permitir o prosseguimento das operações na segunda margem de um curso de água obstáculo.

Figura 1. Transposição por tropas francesas do Rio Berezina, em 1812

A Engenharia na Transposição de Curso de Água - 2

Figura 2. Operações alemãs de transposição durante a II Guerra Mundial

A transposição de um curso de água obstáculo é uma operação que apresenta como características principais:

- A necessidade de grande quantidade de equipamento especializado e de pessoal especialmente instruído e treinado.
- A complexidade de comando e de controle das unidades e das grandes unidades, em face das restrições de espaço, de trânsito e de comunicações.
- A vulnerabilidade a ataques aéreos.
- Um número limitado de linhas de ação.

Na ofensiva, a transposição de um curso de água obstáculo, que não dispões de passagens utilizáveis e cuja segunda margem se encontra defendida pelo inimigo, constitui-se em uma operação com características especiais. Essa operação comporta, normalmente, a conquista e a manutenção de uma cabeça-de-ponte como ação preliminar para o prosseguimento da operação ofensiva.

Na defensiva, o retraimento das forças que realizam um movimento retrógrado através de um curso de água obstáculo, sob a ação do inimigo, requer, também, um planejamento detalhado e um controle centralizado, constituindo-se em uma operação com características especiais, de transposição de curso de água, mas com características próprias.

Para fins de planejamento de uma operação de transposição, os cursos de água são classificados em:

- Curso de água obstáculo: todos os cursos de água não-vadeáveis.
- Curso de água obstáculo de vulto: todos os cursos de água com largura entre cem e trezentos metros.
- Curso de água obstáculo de grande vulto: todos os cursos de água com largura superior a trezentos metros.

Figura 3. Transposição de curso de água – operação muito complexa

Tendo em vista a grande quantidade de meios necessários para a execução de uma transposição de curso de água obstáculo de grande vulto, o Exército de Campanha é o escalão da Força Terrestre mais apto a realizar esse tipo de operação.

A Divisão de Exército é apta a realizar a operação nos demais cursos de água. Não obstante, é normal esse escalão necessitar do apoio do escalão superior em pessoal e materiais especializados.

Figura 4. Transposição de curso de água – equipamento e pessoal especializado

2. TIPOS DE TRANSPOSIÇÃO NA OFENSIVA

a. Generalidades

1) As transposições de cursos de água podem ser de dois tipos: transposição imediata ou transposição preparada.

b. Transposição Imediata

1) A transposição imediata é uma operação de transposição de curso de água planejada e executada com um mínimo de perda de impulsão pela tropa que se defronta com o obstáculo, cuja força de assalto, ao atingir o curso de água, já deve dispor do apoio de fogo e dos meios de travessia necessários para o desencadeamento da operação.

2) São características importantes de uma transposição imediata: a velocidade, a surpresa, a audácia, a descentralização e a liberdade das forças de assalto na fixação da hora H.

3) Uma transposição imediata pode ser executada quando:

a) A resistência inimiga é tão pequena que pode ser dominada por uma força dotada de meios de transposição reduzidos.

b) O inimigo não dispõe de artilharia ou de armas pesadas e é possível mantê-lo preso ao solo, pelo fogo, até que uma força de valor adequado possa ser transposta para com ele travar combate.

c) O inimigo, embora presente com grande efetivo, está desorganizado, mal preparado e não está alerta e desde que seja possível realizar a transposição antes de sua organização.

4) Alguns aspectos e etapas podem ser suprimidos devido à situação e a sua evolução, mediante uma oportuna atuação do comandante (aproveitamento de oportunidades).

5) Normalmente, a transposição imediata é executada por uma divisão de exército. Convenientemente reforçadas, as brigadas têm condições de realizar uma transposição imediata, o que deve ser tentado sempre que as condições permitirem.

c. Transposição Preparada

1) A transposição preparada é utilizada:

a) Quando o inimigo mantém fortemente a segunda margem do rio, com uma força capaz de colocar, com eficiência, sobre as áreas de travessia, fogos de artilharia e de armas portáteis e de organizar contra-ataques na segunda margem, contra as tropas que realizarem a travessia.

b) Como um meio de retomar a ofensiva normalmente.

c) Como resultado de uma transposição imediata mal sucedida.

d) Quando não é exeqüível a transposição imediata.

2) Para realizar uma transposição preparada, a tropa atacante é obrigada a uma parada, para a concentração das forças e dos meios de travessia necessários, caracterizando uma perda de impulsão. Os planos detalhados e os preparativos são realizados tendo em vista um assalto coordenado à segunda margem.

3) Os escalões divisão de exército e superiores são os mais adequados ao planejamento e à execução de tal tipo de operação.

3. TRAVESSIA DE OPORTUNIDADE

Se não houver inimigo presente, a transposição do curso de água se reduz a problemas técnicos de engenharia e a controle de trânsito durante a execução da operação. Neste caso, a ultrapassagem do curso de água é chamada de travessia de oportunidade. As travessias de oportunidade e aquelas realizadas nas áreas de retaguarda são predominantemente técnicas, visando o estabelecimento de itinerários necessários ao movimento das tropas e dos fluxos logísticos.

Figura 5. Projeções da travessia de oportunidade do Rio Reno pelas tropas do Imperador Julio César

4. LANÇOS DE UMA TRANSPOSIÇÃO PREPARADA

a. Uma transposição preparada pode ser planejada para ser executada em um, dois ou três lanços:

1) A transposição em um lanço é aquela em que as forças de assalto atravessam o obstáculo e prosseguem em um ataque coordenado, sem restrições de controle do combate, até conquistar as regiões que caracterizam a linha de cabeça-de-ponte. Esta forma de transposição só ocorre em situações extremamente favoráveis, principalmente quanto ao fator inimigo.

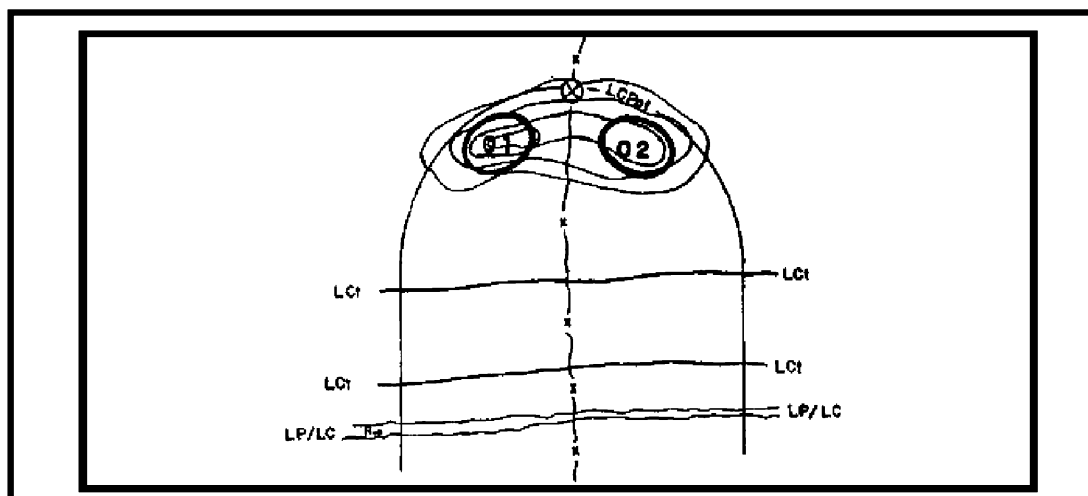



Figura 6. Transposição preparada em um lanço

2) A transposição em dois lanços é aquela em que as forças de assalto inicialmente atravessam o obstáculo e prosseguem, sem restrições de controle do combate, para conquistar regiões que quebram a continuidade da posição defensiva do inimigo. Há uma parada temporária no curso do ataque, que é planejada considerando-se todos os fatores que envolvem a operação, permitindo, assim, um tempo suficientemente necessário para a reorganização ou acréscimo do poder de combate das forças de assalto, haja vista que a essa altura as portadas e possivelmente as pontes já estejam operando normalmente. No prosseguimento, já em um segundo lanço, as forças buscam atingir os objetivos que caracterizam a conquista da cabeça-de-ponte.

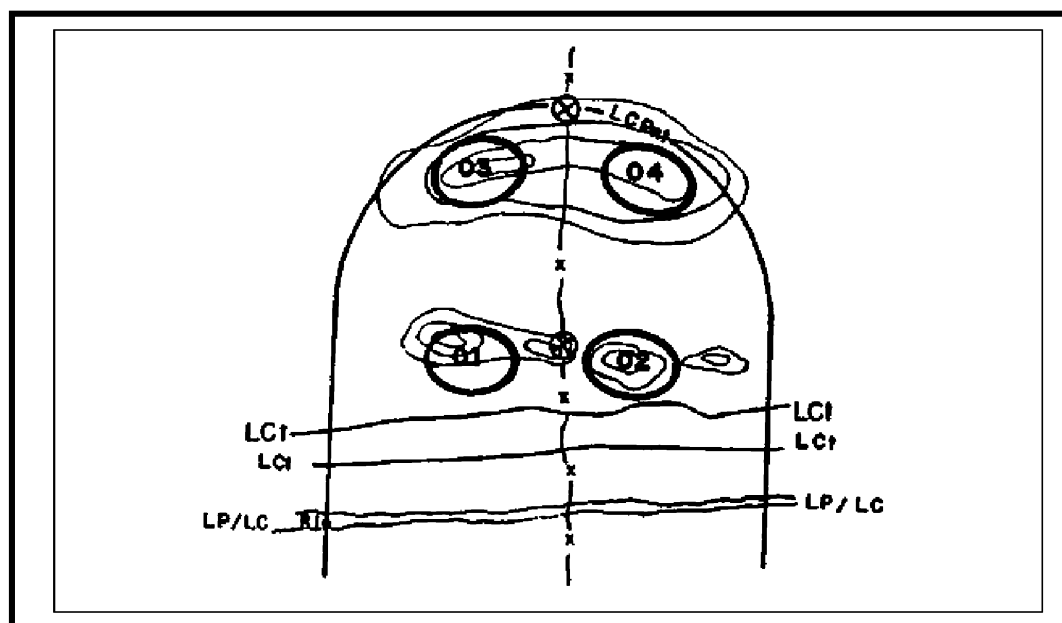



Figura 7. Transposição preparada em dois lanços

3) A transposição em três lanços é a forma que apresenta uma integração completa do planejamento tático da operação com o planejamento técnico faseado da operação. O primeiro lanço caracteriza-se pela conquista das regiões que retiram os fogos diretos sobre os locais de travessia; o segundo e o terceiro caracterizam-se pela conquista, respectivamente, de regiões que quebram a continuidade da posição defensiva do inimigo e de regiões que definem a linha de cabeça-de-ponte. Medidas restritivas de controle do combate são estabelecidas para caracterizar o final de cada lanço. É o planejamento a ser adotado em todas as transposições de cursos de água de grande vulto.

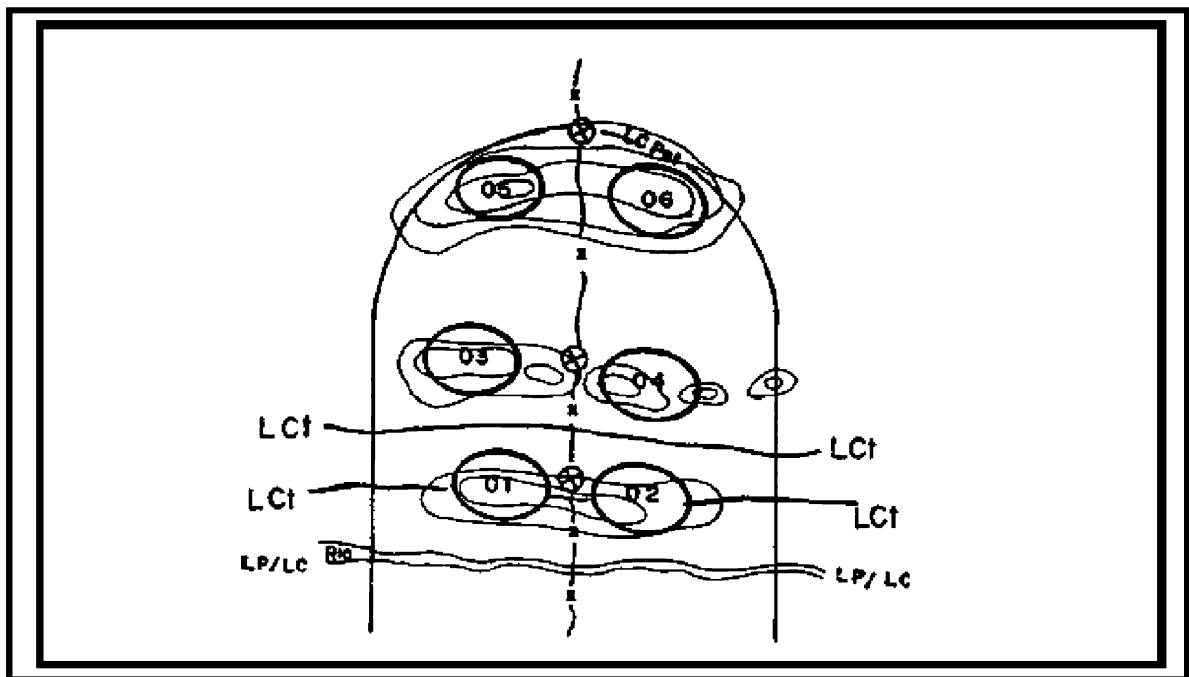



Figura 8. Transposição preparada em três lanços

5. FASES TÉCNICAS DE UMA TRANSPOSIÇÃO

a. <u>Primeira Fase Técnica</u>

1) Numa primeira fase técnica, o atacante conquista os objetivos ou regiões que **impedem o inimigo de realizar os tiros diretos das armas portáteis sobre os locais de travessia selecionados.** O limite avançado dessa porção da cabeça de ponte, que é balizada por esses objetivos ou essas regiões, é indicado na carta ou calco por uma **linha de objetivos ou de controle**, respectivamente. A conquista desses objetivos ou dessas regiões, ou a ultrapassagem dessas linhas no terreno pelas tropas das vagas de assalto iniciais, permite, normalmente, o início dos trabalhos de construção de passadeiras e de portadas, cujo uso vai facilitar a transposição de tropas e de equipamentos suplementares.

2) Meios de engenharia utilizados: **botes de assalto** e/ou **viaturas anfíbias**.

Figura 9. Primeira fase técnica da transposição – emprego de botes

Figura 10. Primeira fase técnica da transposição – emprego de viaturas anfíbias

b. Segunda Fase Técnica

1) Numa segunda fase técnica, o atacante prossegue em seu ataque conquistando as regiões da cabeça-de-ponte ou os objetivos, cuja posse **impede o inimigo de realizar fogos observados de artilharia sobre os locais de travessia selecionados**. O limite avançado dessa porção da cabeça-de-ponte, que é balizada por esses objetivos ou por essas regiões, é indicado na carta ou no calco por uma **linha de objetivos ou controle**, respectivamente. Atingida essa linha no terreno, a força atacante dispõe de espaço suficiente na segunda margem, para acomodar, sem congestionamento, normalmente, as reservas e os meios de apoio de fogo indispensáveis às suas forças, na cabeça-de-ponte. Esse terreno deve assegurar à força de assalto, em princípio, uma boa posição defensiva, tendo em vista que pode ser necessária uma parada temporária, enquanto se realiza a travessia de forças e meios adicionais indispensáveis à continuação do ataque. A natureza das regiões ou dos objetivos conquistados e o seu afastamento do curso de água devem ser tais que, sua posse, permita o início da construção das pontes.

2) Meios de engenharia utilizados: **passadeiras e portadas.**

Figura 11. Segunda fase técnica da transposição – emprego de passadeira

Figura 12. Segunda fase técnica da transposição – emprego de portada

c. <u>Terceira Fase Técnica</u>

1) Numa terceira fase técnica, o atacante prossegue para conquistar os objetivos que asseguram espaço suficiente na segunda margem, para acomodar, sem congestionamento, as tropas, os equipamentos e as instalações essenciais à missão da força, **evitando que o inimigo realize tiros de artilharia continuados e eficazes sobre os locais de travessia em uso**. A linha balizada por esses objetivos é indicada na carta ou no calco por uma linha de objetivos, chamada "linha de cabeça-de-ponte". Quando esses objetivos são atingidos, torna-se possível, garantida a superioridade aérea, a utilização ininterrupta de todos os meios de travessia que dispõe a força que realizou a transposição e do espaço para a manobra. Esse último lanço materializa a conquista da cabeça-de-ponte.

2) Meios de engenharia utilizados: **pontes.**

Figura 13. Terceira fase técnica da transposição – emprego de pontes

6. DEFINIÇÕES

DEFINIÇÕES DE TERMOS UTILIZADOS NUMA TRANSPOSIÇÃO

TERMO	DEFINIÇÃO
FRENTE DE TRAVESSIA	**É a extensão da linha do curso de água, selecionada na zona de ação de um elemento, para realizar uma transposição de curso de água obstáculo.**
LOCAIS DE TRAVESSIA	**São locais favoráveis à travessia e a utilização dos meios de transposição.**
LOCAL DE TRAVESSIA DE ASSALTO	**É um local favorável à travessia de uma unidade de assalto, em botes de assalto ou viaturas anfíbias.**
LOCAIS DE TRAVESSIA P/ PONTES, PORTADAS E PASSADEIRAS	**São locais favoráveis ao emprego dessas equipagens.**
ÁREA DE TRAVESSIA	**É a área estabelecida para facilitar o controle do fluxo de tropas, equipamentos e suprimentos que se dirigem para a margem do rio, para serem transpostos.**
CABEÇA-DE-PONTE	**É a área ou a posição na margem oposta de um curso de água ou desfiladeiro, que uma força conquista e mantém em uma ofensiva ou mantém durante uma defensiva, a fim de assegurar as melhores condições para prosseguimento das operações.**
VAGA DE ASSALTO DE BOTES	**É a denominação dada ao conjunto de botes de assalto ou viaturas anfíbias, que atravessa o rio simultaneamente, sem a preocupação de alinhamento, com a finalidade de transpor os elementos que integram as unidades de assalto de 1º escalão.**
VAGA DE BOTES PRÓPRIOS	**É a vaga de assalto que emprega botes de assalto que ainda não foram empregados na travessia.**
VAGA DE RETORNO	**É a vaga de assalto onde são empregados botes de assalto já utilizados em outra(s) vaga(s) de assalto.**
ZONA DE REUNIÃO INICIAL DE MATERIAL DE ENGENHARIA	**É uma região na qual a engenharia reúne seu material de transposição e outros equipamentos necessários à operação, para posterior utilização na transposição de cursos de água.**
ZONA DE REUNIÃO FINAL DE MATERIAL DE ENGENHARIA	**É a região onde a engenharia reúne o material de assalto necessário à transposição.**
HORA "H"	**É o momento em que as tropas de assalto cruzam a linha de partida.**
LINHA DE PARTIDA	**É a linha da água na 1ª margem.**

7. BIBLIOGRAFIA

BENTO, Cláudio Moreira. **Travessia Militar de Brechas e Cursos de Água.** Revista A Defesa Nacional, nº 723, Nov/Dez 1985.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Emprego da Engenharia C5-1.** A Engenharia na Transposição de Cursos de Água. Manual de Campanha. Brasília: EGGCF, 3ª edição, 1999.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Operações de Transposição de Cursos de Água C31-60. Manual de Campanha.** Brasília: EGGCF, 2ª edição 1996.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Vade-Mecum de Engenharia, C 5-34.** Brasília: EGGCF, 1983.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Transposição de Curso de Água**. Pontes Leves e Pesadas. 1998.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Transposição de Curso de Água.**. Transposição de Cursos de Água. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, 1995.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

MEIOS DE TRANSPOSIÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Desde que os exércitos começaram a marchar sempre se colocaram a sua frente obstáculos os mais variados, dos quais os mais constantes e naturais são os cursos de água, cuja existência e condições independem das forças em operação.

Eles estão no terreno, cada um com suas próprias características, impondo ao estado-maior de qualquer força as limitações ao movimento desta força. Não os podemos evitar, e isto nos leva a única alternativa de vencê-los, realizando a transposição.

Figura 1. Meios de transposição do Exército Brasileiro utilizados na primeira metade do século XX

Como a missão da Arma de Engenharia é o apoio à mobilidade, cabe-lhe fazer andar o exército, abrindo-lhe os caminhos e os mantendo. Assim a transposição de um curso de água é uma das mais importantes missões desta Arma.

A missão é cumprida com o auxílio dos meios de transposição de um curso de água.

Figura 2. Meios de transposição como a Portada de Infantaria M2 foram substituídos a partir de 1990

Exército constrói nova passagem sobre o Jacuí

O 3º Batalhão de Engenharia de Combate concluiu sexta-feira a montagem de uma nova ponte sobre o Rio Jacuí. Ela tem 235 metros de extensão e capacidade para suportar veículos de até 20 toneladas. A ponte Bailey Uniflote foi construída logo abaixo da Ponte do Fandango, em manobra de treinamento.

De acordo com o comandante do Batalhão, Tenente-coronel Álvaro Francisco, a Bailey Uniflote do Rio Jacuí é a maior do Brasil e poderá ser visitada pelo público esta semana. Na semana que vem, o Exército vai construir outra ponte, com tecnologia americana, também sobre o Rio Jacuí.

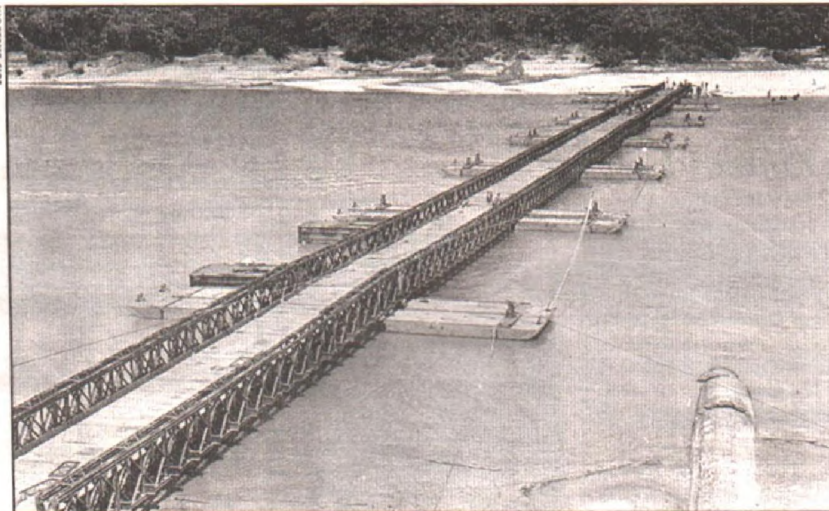
LUIS BACEDONI

PONTE MILITAR NO RIO JACUÍ: *aberta à visitação pública neste fim de semana*

Figura 3. Apoio ao movimento prestado pela Engenharia com meios de equipagem

No final deste capítulo serão apresentadas as equipagens de transposição do Exército Brasileiro, atualmente em uso.

2. MEIOS DE TRANSPOSIÇÃO

a. Generalidades

1) Meio de transposição de um curso de água é o recurso tático empregado pelas tropas para transpor um obstáculo natural - rio - permitindo a sua travessia.

2) Os meios classificam-se quanto a ligação que estabelecem entre as margens e quanto ao material de que são feitos.

b. Classificação quanto a ligação entre as margens

1) Meios excepcionais
2) Meios descontínuos
3) Meios contínuos

c. Classificação quanto ao material

1) Equipagem
2) Circunstância

3. MEIOS EXEPCIONAIS

a. Generalidades

1) É quando se faz a travessia a nado, a vau ou por meios subaquáticos.

2) É evidente que o processo é precário e só deve seu utilizado em circunstâncias especiais dependendo, antes de mais nada, de um estudo prévio do curso de água, sem o que, a travessia não poderá ser executada.

3) Concluí-se que estes meios só poderão ser aplicados depois de um reconhecimento minucioso no caso de passagem a vau ou por nadadores selecionados, no caso de passagem a nado. Poderão ser empregados por qualquer tropa, desde que esteja apta, sem auxílio da engenharia.

4) O emprego de meios subaquáticos é de responsabilidade exclusiva das tropas de engenharia e de forças especiais.

b. Travessia

1) Travessia e passagem a vau

a) Chamamos de vau um trecho do rio que diretamente dá passagem sobre o leito do rio.

Figura 4. Travessia a vau

2) Travessia a nado

a) É realizada utilizando os conhecimentos de natação do homem e os dotes natatórios dos animais.

Figura 5. Travessia a nado

3) Travessia por meios subaquáticos ou submersão

a) É realizada utilizando-se equipamentos de mergulho por tropas especializadas. Também podem ser utilizadas viaturas dotadas de snorkel.

Figura 6. Travessia por meios subaquáticos

4. MEIOS DESCONTÍNUOS

a. Generalidades

1) A travessia é realizada pela navegação de um suporte flutuante.

2) Não existe ligação do suporte flutuante entre as margens.

3) São empregados, normalmente, nos seguintes casos:

a) Na travessia dos primeiros elementos para proteger a futura construção da ponte.

b) Na passagem do material necessário à manutenção das tropas de cobertura nas margens inimigas.

c) Quando o efetivo a transpor não é em número suficiente que justifique o estabelecimento de um meio contínuo.

d) Quando temos que atravessar as cargas de classe superior à máxima permitida no meio contínuo estabelecido.

e) Na evacuação de doentes e feridos para à retaguarda.

4) Os meios descontínuos são também conhecidos como “secundários”.

5) Classificam-se em meios descontínuos simples e meios descontínuos conjugados.

b. Meios descontínuos simples

1) Meios descontínuos simples de equipagem são equipamentos que utilizam apenas um suporte flutuante, de capacidade variável, normalmente, comportando um grupo de combate, tais como:

a) Botes pneumáticos de reconhecimento.
b) Botes pneumáticos de assalto.
c) Botes de assalto de duralumínio ou alumínio.
d) Botes de ferro, aço, madeira ou borracha.

Figura 7. Um exemplo de meio descontínuo simples – bote pneumático

2) Meios descontínuos simples de circunstância são equipamentos que encontramos nos locais de operação, que podem ser utilizados em larga escala, desde que existam, tais como:

a) Barcos comercias.
b) Barcos de pesca.
c) Barcos esportivos.

3) Para que os meios descontínuos simples possam ser empregados é necessário que seu volume seja vizinho dos 10 (dez) metros cúbicos, cuja capacidade (toneladas) do suporte será encontrada tomando-se 0,8 (80%) do volume

CAPACIDADE DE UM MEIO DESCONTÍNUO SIMPLES (t) = 0,8 x VOLUME (m^3)

4) Vantagens dos meios descontínuos simples:
a) Fácil transporte.
b) Fácil navegação.
c) Rapidez.
5) Desvantagens dos meios descontínuos simples:
a) Pouca capacidade de suporte.
b) Grande vulnerabilidade para os modelos de borracha.
c) Fracionamento de grupos de combate para os modelos que não comportam o seu efetivo.

c. <u>Meios descontínuos conjugados</u>

1) Os meios descontínuos conjugados são aqueles que obtemos conectando dois ou mais suportes flutuantes.
2) São exemplo de meios descontínuos conjugados de equipagem:
a) Portada Leve (conexão dos botes de assalto - alumínio/duralumínio).
b) Portada M4T6 (conexão de suportes flutuantes - pneumáticos).
c) Portada B4A1/A2 (conexão de suportes flutuantes - pontão).
d) Portada Fita (conexão de suportes flutuantes - uniflotes).
e) Portada Ribbon (conexão de suportes flutuantes - módulos).

Figura 8. Um exemplo de meio descontínuo conjugado – Portada Ribbon

3) São exemplo de meios descontínuos conjugados de circunstância:
a) Balsa de barcos.
b) Balsa de barris.
c) Balsa de tronco de árvores.
d) Balsa de latas.
e) Balsa de sacos de lata.
f) Balsa de câmaras de ar.
g) Balsa civil (conexão de suportes flutuantes).

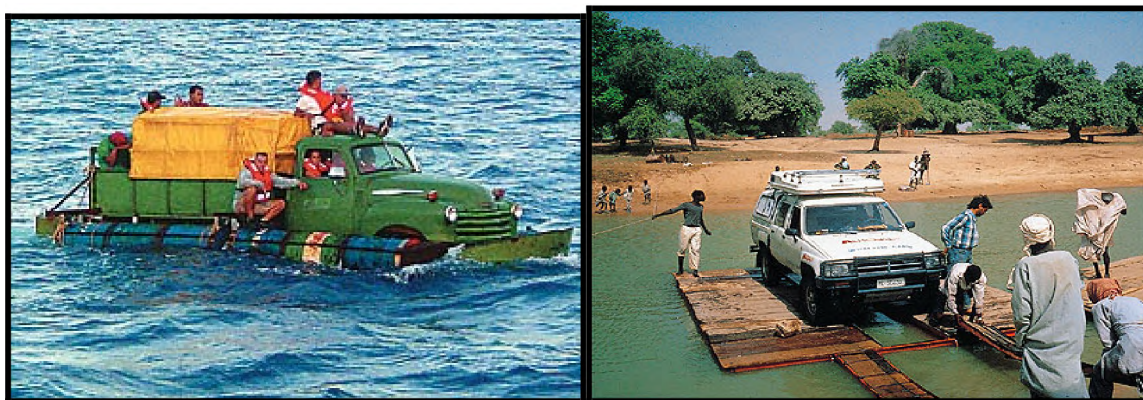



Figura 9. Dois exemplos de meios descontínuos conjugados de circunstância

4) Vantagens dos meios descontínuos conjugados:
a) Grande capacidade de suporte.
b) Construção rápida - os de equipagem.
c) Podem ser empregados como meios contínuos, desde que possam ser conectados.
d) Sua construção pode ser realizada longe do local de operação.
e) Facilidade na mudança do ponto de operação.
5) Desvantagens dos meios descontínuos conjugados:
a) Exigem, normalmente, pessoal e material especializado - portadas.
b) As balsas são de construção difícil, demorada e sua navegação exige habilidade por parte dos remadores.
c) Sofrem muito a ação da correnteza, dificultando, por vezes, a sua condução nos locais de embarque e desembarque.

5. MEIOS CONTÍNUOS

a. <u>Generalidades</u>

1) Os meios contínuos são os únicos meios que asseguram as comunicações com a retaguarda.
2) Devem existir sempre, sem o que, corre a tropa o risco de não receber os reabastecimentos em tempo ou não efetuar a retirada da margem inimiga, caso seja

necessário. Somente as pontes asseguram uma comunicação relativamente segura da frente com a retaguarda.

3) Os meios contínuos são também chamados de "normais".

4) São exemplo de meios contínuos as passadeiras, as pontes e os pontilhões.

5) Passadeiras

a) São meios contínuos de resistência e largura reduzida, destinados á passagem de tropas de infantaria em coluna por dois ou por um e de viaturas leves de até uma tonelada de peso bruto.

6) Pontes

a) São aquelas cuja resistência e largura permitem a passagem de cargas maiores que uma tonelada de peso bruto.

7) Pontilhões

a) São pontes de tamanho reduzido, com menos de 15 (quinze) metros de comprimento.

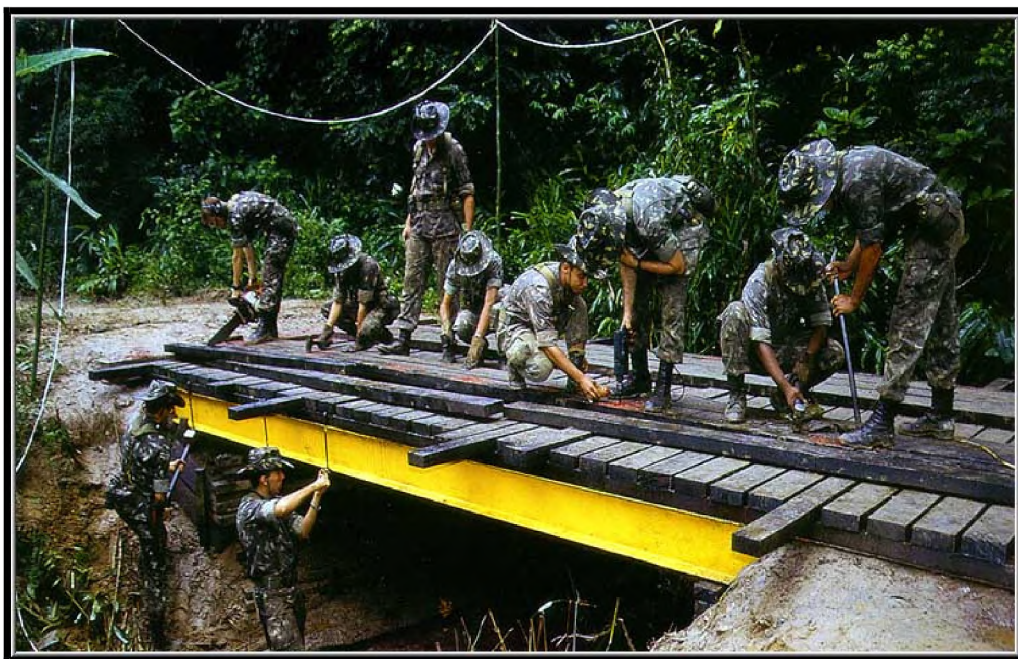



Figura 10. Um exemplo de meio contínuo - pontilhão

8) São exemplo de meios contínuos de equipagem:

a) Passadeira flutuante de alumínio.
b) Ponte M4T6.
c) Ponte B4A1/A2.
d) Ponte Bailey M2.
d) Ponte Bailey Uniflote.
e) Ponte Fita.
f) Ponte Ribbon.
g) Ponte Compact 200.
h) Ponte Leve.

Figura 11. Um exemplo de meio contínuo – Ponte Leve

9) São exemplo de meios contínuos de circunstância:
a) Passadeiras de circunstância.
b) Pontes de circunstância.
c) Pontilhões.
10) Os meios contínuos caracterizam-se também, pelo apoio que possuem no rio (suporte):
a) Sobre suporte fixo.
b) Sobre suporte flutuante.
c) Sem suporte intermediário.
d) Sobre tabuleiro flutuante.

b. Sobre suporte fixo

1) São aqueles que possuem o seu apoio no rio por meio de um suporte apoiado ou cravado no leito do rio. Vários são os tipos de suporte utilizados.
2) São exemplo de suporte fixo de equipagem:
a) Cavalete da equipagem B4A1.
b) Cavalete da equipagem M4T6.
3) São exemplo de suporte fixo de circunstância:
a) Cavalete de dois pés.
b) Cavalete de quatro pés.
c) Cavalete de estacas

d) Pilhas de pranchões.
e) Fogueira de vigotas.
f) Cavalete de tesoura.
g) Cavalete com cruz de Santo André.

4) Os meios contínuos de suporte fixo são aplicados em
a) Cursos de água de margens altas e escarpadas.
b) Cursos de água de grande velocidade de corrente.

5) Vantagens dos suportes fixos:
a) Improvisação dos suportes com pouco material e recursos locais.
b) Tabuleiro fica acima d” água, na quantidade necessária e segura.
c) O tabuleiro não varia com as enchentes e cheias.
d) Oferecem pouca resistência à corrente.

6) Desvantagens dos suportes fixos:
a) Dependem do leito e da profundidade para a escolha do tipo de suporte.
b) Tempo de construção muito grande.

Figura 12. Um exemplo de ponte sobre suporte fixo – Cavalete B4A1

c. Sobre Suporte Flutuante

1) São aqueles que utilizam como suporte um meio descontínuo qualquer.

2) O material de equipagem, tem grande aplicação, pois seu emprego independe da profundidade e do leito do rio.

3) Vantagens dos suportes flutuantes:

a) Independem da profundidade do rio.

b) Independem da natureza do leito do rio.

c) Grande rapidez no lançamento.

d) Pode o material ser preparado longe do local de emprego.

e) Pode-se restabelecer a navegação do rio, por meio de aberturas "porteiras" na ponte (desconexão de suportes flutuantes).

4) Desvantagens dos suportes flutuantes:

a) Existência de uma ancoragem à montante e, por vezes, à jusante.

b) Sua pequena altura acima do nível da água prejudica a navegação no rio.

c) Vulnerabilidade a corpos flutuantes (destruição).

d) Exigem rampas de acesso.

e) Instabilidade do nível da água, obrigando a substituição de encontros, aumento do comprimento da ponte e interrupção da passagem.

Figura 13. Um exemplo de ponte sobre suporte flutuante – Ponte M4T6

d. Sem suporte intermediário

1) São aquelas que possuem como apoio somente os encontros, isto é, somente se apoiam nas margens.

2) São aplicados nos seguintes casos:

a) Rios de margens escarpadas.

b) Rios com muitas pedras no leito.

c) Transposição de brechas e reparações de pontes permanentes.

3) Vantagens dos meios sem suporte intermediário:

a) Independem do leito, da velocidade e da profundidade do rio.

b) Independem da altura das margens.

4) Desvantagens dos meios sem suporte intermediário:

a) Lançamento delicado exigindo grandes efetivos especializados.

b) Comprimento reduzido, 40 a 50 metros.

c) Tempo de construção muito grande e construção trabalhosa.

Figura 14. Um exemplo de ponte sem suporte intermediário – Ponte Compact 200

e. Sobre tabuleiro flutuante

1) Quando utilizamos como suporte o próprio tabuleiro; sendo assim, dependentes das características do curso de água.

6. EQUIPAGENS DE DOTAÇÃO DO EXÉRCITO BRASILEIRO

a. Equipagem Leve

1) Botes pneumáticos

Figura 15. Bote pneumático

2) Passadeira Flutuante de Alumínio

Figura 16. Passadeira Flutuante de Alumínio

3) Portada Leve

Figura 17. Portada Leve

b. Equipagem Pesada

1) Equipagem B4A1/B4A2

Figura 18. Equipagem B4A1/B4A2

2) Equipagem M4T6

Figura 19. Equipagem M4T6

3) Equipagem Ribbon Bridge

Figura 20. Equipagem Ribbon Bridge

4) Equipagem Bailey M2

Figura 21. Equipagem Bailey M2

5) Equipagem Bailey Uniflote

Figura 22. Equipagem Bailey Uniflote

6) Equipagem Fita de uniflotes

Figura 23. Equipagem Fita

7) Equipagem Compact 200

Figura 24. Equipagem Compact 200

7. BIBLIOGRAFIA

BENTO, Cláudio Moreira. **Travessia Militar de Brechas e Cursos de Água.** Revista A Defesa Nacional, nº 723, Nov/Dez 1985.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Transposição de Cursos de Água.**. Pontes. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, p. 1-13, 19?

BRASIL. Exército Brasileiro. **Vade-Mecum de Engenharia, C 5-34.** Brasília: EGGCF, 1983.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Emprego da Engenharia C5-1.** A Engenharia na Transposição de Cursos de Água. Manual de Campanha. Brasília: EGGCF, 3ª edição, 1999.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Meios de Transposição**. Pontes Leves e Pesadas. 1998.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Meios de Transposição**. Transposição de Cursos de Água. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, 1995.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

CORDAME

1. INTRODUÇÃO

A designação cordame é utilizada para os cabos e para as cordas.

O cordame é muito utilizado em trabalhos auxiliares de pontagem e nas manobras de força. O principal aspecto a ser observado é a necessidade de uma periódica manutenção.

O perfeito conhecimento do emprego de nós e assentos muito auxilia as tarefas executadas pelos militares de engenharia, onde a segurança é fundamental.

2. GENERALIDADES

a. Constituição dos cabos de fibra

1) O cabo de fibra, algumas vezes chamado corda, é fabricado com fibras vegetais que são torcidas segundo uma técnica especial. Um cabo consiste de três elementos: as fibras, os fios e os cordões. Obtem-se:

a) O fio: torcendo-se um certo número de fibras, conjuntamente.

b) O cordão: torcendo-se um certo número de fios.

c) O cabo: torcendo-se um certo número de cordões.

2) O sentido da torção de cada elemento é inverso ao do elemento anterior. O torcimento assim feito dá firmeza ao cabo e evita que seus elementos descochem, quando lhe aplicamos uma carga.

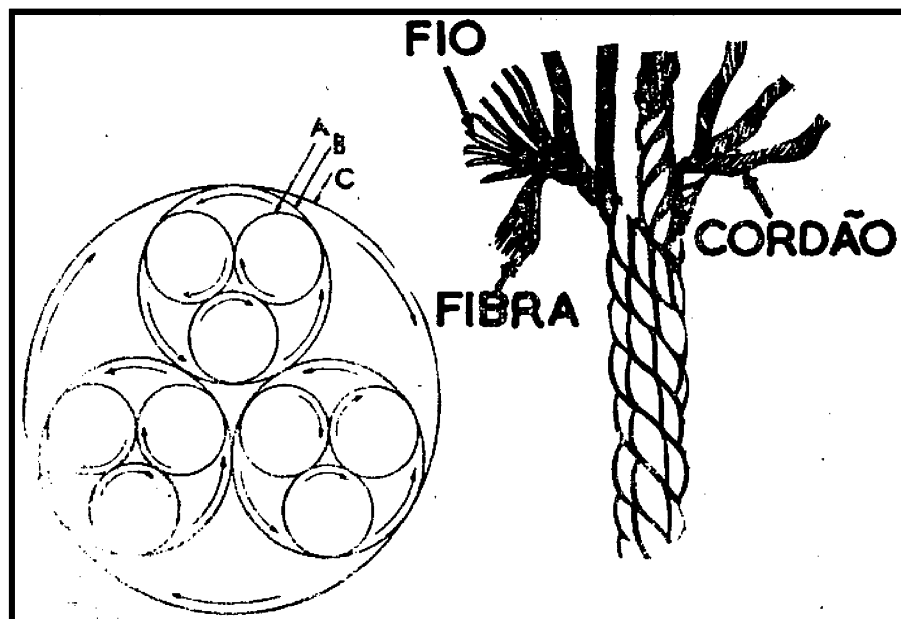



Figura 1. Constituição de um cabo de fibra

b. Espécies de fibras para cabos

1) Generalidades

a) O cabo de fibra geralmente recebe o nome da espécie de fibra vegetal empregada na sua fabricação. As espécies de fibras mais empregadas são as de manilha, sisal, cânhamo, algodão, côco, algodão. Existem ainda o cordame de origem animal e sintética. O comprimento das fibras usadas nos diferentes tipos de cabos torna-se importante, quando os comparamos sob o ponto de vista da qualidade e da resistência. A qualidade e a resistência do cordame variam com o comprimento da fibra utilizada na sua fabricação; quanto maior for a fibra, mais resistente será o cordame.

2) Cabos de manilha

a) O cabo de manilha é fabricado com fibras das folhas de manilha (Musa textilis). A cor das fibras de manilha varia do branco amarelado ao castanho escuro.

b) A qualidade da fibra de manilha varia com a cor. As de tons mais claros são mais macias e limpas e usadas na fabricação de cabos de melhor qualidade. As de tons mais escuros são ásperas e duras e são usadas na fabricação dos cabos de qualidade inferior. Os cabos de manilha feitos de fibras longas de tons mais claros são superiores em elasticidade, robustez e resistência ao desgaste e à deterioração.

c) São macios e deslizam bem sobre os cadernais e roldanas.

3) Cabos de sisal

a) O cabo de sisal é fabricado com fibras das folhas de sisal (Agave sisalana).

b) São fibras duras, semelhantes às de manilha quanto a cor, porém são mais leves e tem cerca de 80% da resistência destas.

c) O cabo de sisal resiste muito bem à ação da água do mar, sendo usado em muitos tipos de aparelhos por este motivo.

4) Cabos de cânhamo

a) O cabo de cânhamo é fabricado com fibras de cânhamo (Cannabis sativa).

b) As fibras de cânhamo são curtas e macias. O cabo de cânhamo, entretanto, é forte e um tanto áspero. Ele geralmente é impregnado de alcatrão, a fim de preservá-lo da deterioração causada pela umidade.

c) O alcatrão diminui sua resistência e sua flexibilidade. O cabo de cânhamo é conhecido pelo nome de merlim e é material de distribuição normal.

d) O alcatrão ataca a pele e só fica inerte após 8 a 10 meses.

e) O cabo de cânhamo não alcatroado é o cabo de fibra mais forte que se fabrica.

5) Cabo de fibra de côco

a) O cabo de fibra de côco é fabricado com fibras das cascas de côcos.

b) É um cabo muito elástico e áspero, com certa de um quarto da resistência dos de cânhamo, porém bastante leve para flutuar na água.

6) Cabo de algodão

a) É um cabo muito branco e macio, que resiste à flexão e ao uso.

b) Nos serviços de pontagem ou de manobra de força ele tem pouco emprego, só sendo usado em alguns serviços, quando está reduzido a fios finos.

7) Cabos de origem animal

a) São pouco usados em manobras de força. São formados por fibras de origem animal tais como a seda, a crina e o couro.

8) Cabos sintéticos

a) São basicamente constituídos do mesmo material e, conforme a sua confecção adquirem nomes diferentes, variando algumas características em virtude do processo de fabricação. São fibras sintéticas o nylon, o orlon, o perlon. Muito utilizados em alpinismo.

c. <u>Tipos de cabos de fibra</u>

1) Os cabos de fibra são designados de acordo com as combinações de cordões que os constituem. Os três tipos principais são:

a) Cabo de massa de três cordões: constituído de três cordões, torcidos à direita.

b) Cabo de massa de quatro cordões: constituído de quatro cordões, que são torcidos à direita, em torno de um cordão central ou núcleo.

c) Cabo calabroteado: geralmente constituído de três cabos de massa de três cordões torcidos à direita, cabos estes que, por sua vez, são torcidos à esquerda.

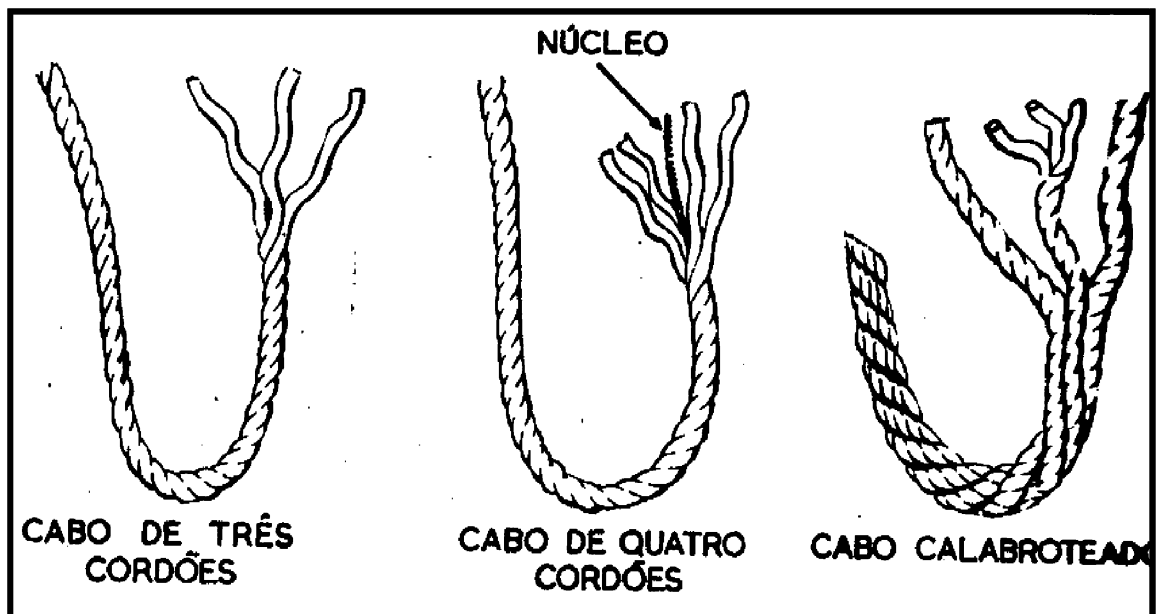



Figura 2. Tipos de cabos de fibra

3. CARACTERÍSTICAS

a. <u>Bitola</u>

1) No Exército Brasileiro, a bitola dos cabos é expressa pelo valor do diâmetro dos mesmos, em polegadas. No comércio, a bitola dos cabos é algumas vezes expressa pelo

valor da circunferência dos mesmos, em polegadas. Por este motivo, a maior parte das tabelas para cabos de fibra da não só o diâmetro, mas também a circunferência.

b. Peso

1) Calcula-se o número de metros por Kg, dividindo-se 2,45 pelo quadrado do diâmetro em polegadas.

2) O peso de um cabo varia com o uso, as condições do tempo, os preservativos usados e outros fatores; porém a fórmula continuará precisa se a variação do peso for inferior a 12%.

c. Resistência

1) O cordame é submetido a esforços de tração, entre os quais:

a) Carga de ruptura: é a força por unidade de superfície necessária para provocar no cabo o fenômeno de estrição, sendo que este se caracteriza pelo alongamento em uma região pouco extensa, seguida de uma diminuição brusca do seu diâmetro. O cabo submetido a essa carga, está inutilizado para o serviço a que ele se destina.

b) Carga de segurança: é a carga máxima que o cordame suporta sem sofrer deformação permanente na sua estrutura e é obtido dividindo-se a carga de ruptura pelo "fator de segurança".

c) Fator de segurança: é a relação entre a carga de segurança e a carga de ruptura. Nos cabos novos o fator de segurança é igual a quatro. Nos cabos velhos e usados o fator de segurança é igual a oito.

$$\text{CARGA DE SEGURANÇA} = \frac{\text{CARGA DE RUPTURA}}{\text{FATOR DE SEGURANÇA}}$$

2) Fatores que reduzem a resistência do cordame:

a) Uso prolongado.
b) Ser utilizado próximo da carga de ruptura.
c) Estar exposto à intempéries.
d) Ser dobrado quando sofrer tensões.
e) Ter saibro ou areia entre as fibras.
f) Ser fervido ou exposto a água quente

3) Quando um cabo sofrer a ação de um desses fatores, devemos diminuir o valor de sua carga de segurança nos cálculos, nas seguintes proporções:

a) Ser fervido ou exposto a água quente: 20%.
b) Sustendo uma laçada com vínculo ou ser içado por um gancho: 30%.
c) Dobrado sobre um ângulo agudo: 50%.

4) Especificações dos cabos

ESPECIFICAÇÕES DOS CABOS

DIÂMETRO NOMINAL		CIRCUNFERÊNCIA		PESO APROXIMADO (Kg/metro)			RESISTÊNCIA À RUPTURA (Kg)			
Polegadas (D)	Milímetros (d)	Polegadas (3xD)	Milímetros	Manilha Sisal	Nylon	Nypol sintético	Manilha	Sisal	Nylon	Nypol sintético
1/8	4	3/8	10	-	-	0,007	-	-	-	155
3/16	5	9/16	15	-	0,017	-	-	-	350	-
1/4	6	3/4	20	0,031	0,025	0,023	260	210	500	450
5/16	8	1	25	0,045	0,043	0,032	400	320	850	600
3/8	10	1 1/8	30	0,059	0,065	0,055	600	480	1200	1000
7/16	11	1 1/4	35	0,072	0,084	-	860	700	1700	-
1/2	13	1 1/2	40	0,110	0,115	0,091	1200	960	2000	1600
9/16	14	1 3/4	45	0,140	0,138	-	1500	1200	2600	-
5/8	16	2	50	0,190	0,168	0,136	200	1600	3200	2400
3/4	19	2 1/4	60	0,250	0,213	0,182	2400	2000	4500	3400
13/16	21	2 1/2	65	0,286	0,280	-	3000	2400	5000	-
7/8	22	2 3/4	70	0,300	0,340	0,282	3500	2800	6000	5000
1	25	3	80	0,405	0,433	0,396	4000	3200	8000	6500
1 1/8	29	3 1/2	90	0,550	0,580	-	5400	4400	10500	-
1 1/4	32	3 3/4	100	0,630	0,722	0,500	6000	5000	12000	10000
1 5/16	33	4	105	0,727	0,780	-	7000	5700	13500	-
1 1/2	38	4 1/2	120	0,910	0,936	0,682	8400	7000	16000	14000
1 9/16	40	4 3/4	125	1,027	1,050	-	9500	7800	18000	-
1 5/8	41	5	130	1,136	1,090	1,000	10500	8600	20000	15000
1 3/4	45	5 1/2	140	1,350	1,390	-	12000	10000	23000	-
1 7/8	48	5 3/4	150	1,455	1,550	-	13000	11000	26000	-
2	51	6	160	1,625	1,650	1,454	14000	12000	30000	23000
2 1/4	57	7	180	2,182	2,100	-	17000	14000	37000	-
2 1/2	64	7 1/2	200	2,545	2,500	-	21000	17000	-	-
2 5/8	67	8	210	2,932	2,900	-	24000	20000	50000	-
3	76	9	240	3,630	3,800	-	29000	24000	67000	-

Nota: a) Os valores dados para as resistências à ruptura são referentes a cabos novos.

4. MANUTENÇÃO

a. Manutenção de 1º Escalão

1) Inspeção

a) A aparência externa de um cabo de fibra nem sempre é uma boa indicação do seu estado interno. O cabo amolece com o uso e deteriora-se de acordo com o modo pelo qual é manejado. A umidade, a quantidade de esforço a que o cabo é submetido, o esfiapamento, a ruptura dos cordões e o desgaste devido ao atrito em arestas vivas, tudo enfraquece consideravelmente o cabo

b) O sobrecarregamento de um cabo pode causar sérios danos ao pessoal e ao material. Por este motivo, deve-se inspecionar cuidadosamente o cabo a intervalos

regulares, a fim de verificar o seu verdadeiro estado. Deve-se distorcer ligeiramente os cordões, para abrir o cabo e poder examinar o seu interior.

c) O cabo atacado pelo mofo tem um cheiro característico e as fibras internas dos cordões apresentam manchas escuras. Os cordões e os fios rompidos são fáceis de encontrar. A presença de terra e material semelhante a serragem no interior do cabo, causada pelo atrito, é sinal de avaria.

d) Num cabo que tenha núcleo central, este não se deve partir em pequenos pedaços na ocasião do exame. Se tal acontece, é sinal que o cabo foi submetido a esforços excessivos. Como qualquer ponto fraco num cabo enfraquece todo o cabo, deve-se examiná-lo em todo o seu comprimento.

e) Se o cabo parecer estar em boas condições, sob todos os aspectos, tire algumas fibras e tente arrebentá-las. As fibras perfeitas devem oferecer considerável resistência à ruptura. Os cabos cujo estado não é satisfatório devem ser destruídos ou cortados em pedaços curtos. Faz-se isto, para evitar seu uso no içamento de cargas. Os pedaços curtos podem ser usados em serviços diversos, com exceção o içamento de cargas.

2) Cuidados e manejo

a) Generalidades

(1) A estocagem incorreta, a exposição à umidade e a avaria dos cordões encurtam consideravelmente a vida útil dos cabos de fibra e diminuem rapidamente sua resistência. Para evitar que os cabos de fibra descochem, deve-se falcassar cada uma de suas extremidades.

(2) A areia atua como abrasivo sobre as fibras internas do cabo. Evite arrastar o cabo na areia ou na terra.

(3) Sempre que possível, use nós que possam ser desfeitos facilmente, a fim de evitar a necessidade de cortar o cabo.

b) Umidade

(1) Os cabos de fibra deterioram-se rapidamente, quando sob ação continuada da umidade. O cabo tende a contrair-se quando está molhado e se não o deixamos comportar-se assim, pode ficar seriamente deformado.

(2) Umedeça os cabos e estique-os, antes de expô-los ao tempo úmido ou à chuva.

c) Enrolamento e desenrolamento dos cabos novos

(1) O cabo novo normalmente vem acondicionado em rolos. Os rolos são amarrados e envolvidos com aniagem ou sacos de plástico. Para abrir, tire o envoltório de aniagem ou o saco plástico e procure a extremidade do cabo dentro do rolo, a qual geralmente encontra-se embaixo. Corte a aniagem que amarra o rolo e puxe a extremidade do cabo para cima, pelo centro do rolo. Inicie o desenrolamento do cabo pelo centro do rolo, em sentido contrário ao do torcimento; enrole-o no sentido do torcimento. O cabo de torcimento à direita deve ser enrolado no mesmo sentido do movimento dos ponteiros de um relógio e desenrolado no sentido contrário.

d) Enrolamento de cordas

(1) Enrolamento em meada

(a)Enrolá-la, permeada ou não, passando-a alternadamente sobre ou pés ou por cima dos joelhos, sempre no mesmo sentido. Os dois últimos metros devem ser enrolados em torno dos anéis em um dos extremos, arrematando-se o trabalho com nós.

(2) Enrolamento em anel ou coroa

(a) Este método permite transportar a corda à tiracolo ou em torno da mochila.

(b) 1º Processo: Quando faltarem dois metros de corda, envolver em aspirais e arrematar com um nó.

(c) 2º Processo: Ao iniciar o enrolamento faz-se uma alça com o chicote. Continua-se até faltar cerca de dois metros de corda, quando então envolve-se a coroa com o chicote que sobrou passando-o no final por dentro da alça. Feito isto puxa-se o chicote livre da alça.

(3) Feixe

(a) Enrola-se como uma meada, deixando-se uns cinco metros, que são enrolados em torno dos anéis, de extremo a extremo, arrematando-se com um nó. Pode-se fazer uma alça para transporte à tiracolo.

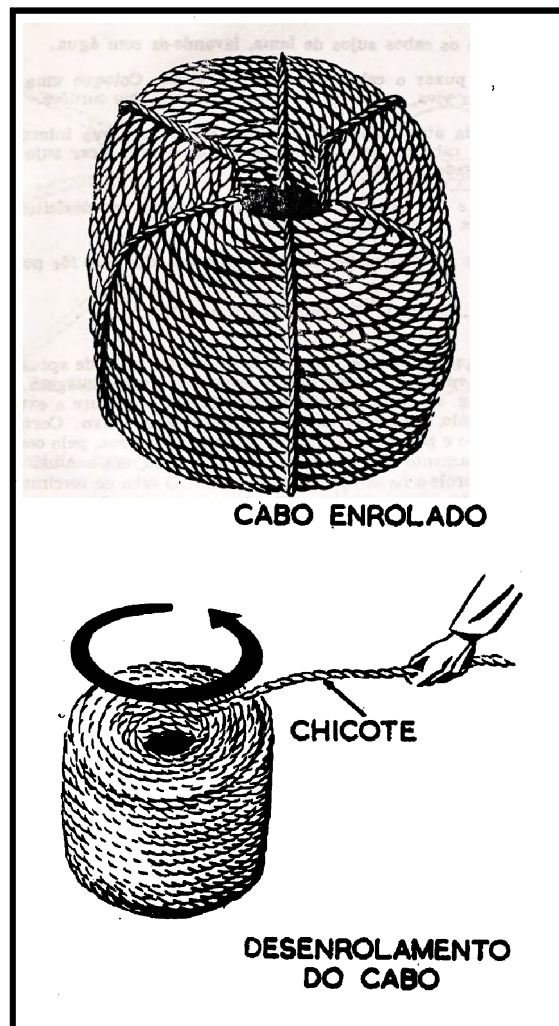



Figura 3. Enrolamento e desenrolamento de cabo de fibra

e)Falcassamento de um cabo de fibra vegetal

(1) As extremidades brutas resultantes do corte de um cabo tendem a destorcer-se, por isso devem ser arrematadas com nós, ou de algum modo que evitem o destorcimento.

(2) O falcassamento é um processo de amarração de extremidade dos cabos que evita esse destorcimento. Esse processo satisfaz particularmente, porque não aumenta muito o diâmetro do cabo. A extremidade falcassada facilita ainda a passagem do cabo por cadernais ou por outras aberturas.

(3) Antes de cortar um cabo, guarneça-o com duas falcassa separadas entre si de 2,5 a 5 cm e corte-o entre as mesmas. Isto evitará que as extremidades do cabo de destorçam logo após o corte.

(4) Falcassa-se um cabo, guarnecendo-se-lhe firmemente, as extremidades com um cordel. Faça uma alça próximo de uma extremidade do cordel e coloque ambas as extremidades do mesmo ao longo de um dos sulcos formados pelos cordões do cabo.

(5) A alça deve exceder a extremidade do cabo de cerca de 13 mm. Comece a enrolar firmemente o firme do cordel sobre o cabo e o próprio cordel, a partir da extremidade da falcassa que ficará mais afastada da extremidade do cabo.

(6) A falcassa deve terminar a cerca de 13 mm da extremidade do cabo e deve ter o comprimento compreendido entre um e um e meio do diâmetro do cabo.

(7) Enrole o cordel no mesmo sentido do torcimento dos cordões do cabo. Continue a enrolar o cordel no cabo, conservando-o apertado, até cerca de 13 mm da extremidade. Então, introduza a extremidade do cordel na alça do mesmo.

(8) Puxe a extremidade livre do cordel, até que a sua alça seja puxada para debaixo da falcassa e o cordel fique apertado. Corte as extremidades e, na borda da falcassa, deixando as extremidades do cabo falcassadas.

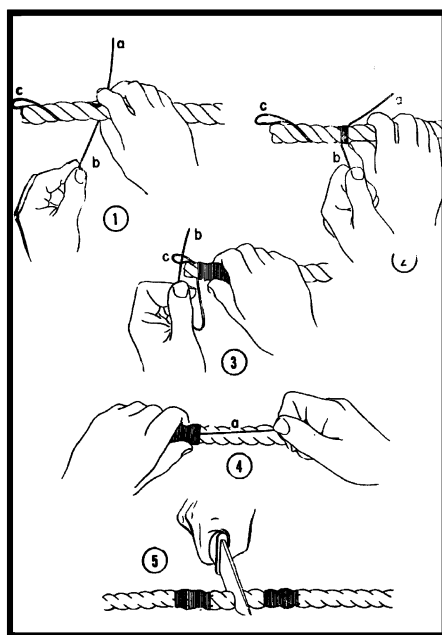



Figura 4. Falcassamento de um cabo de fibra

f)Falcassamento de um cabo de fibra sintética

(1) Para cabos de fibras sintéticas, costuma-se fundir as pontas com calor.

3) Manutenção para armazenagem

a) Limpe os cabos sujos de lama, lavando-os com água.

b) Estender os cabos sobre um local onde o piso esteja limpo.

c) Secar a sombra antes de recolher aos depósitos.

d) Untar o cabo, depois de lavado e seco, com sebo ou cera toda vez que ele se tornar ressecado em demasia.

4) Armazenagem

a) Não guardar os cabos em local úmido ou molhado.

b) Colocar o cabo sobre um estrado, ou de outro modo, de maneira que o ar possa circular entre as bobinas e que fique sem contato com o chão.

c) Não cobrir o cabo com pano ou objeto semelhante.

d) Realizar o enrolamento em bobinas apropriadas para a armazenagem.

e) Etiquetar as bobinas com o diâmetro do cabo, seu comprimento e a que equipagem pertencem, se for o caso.

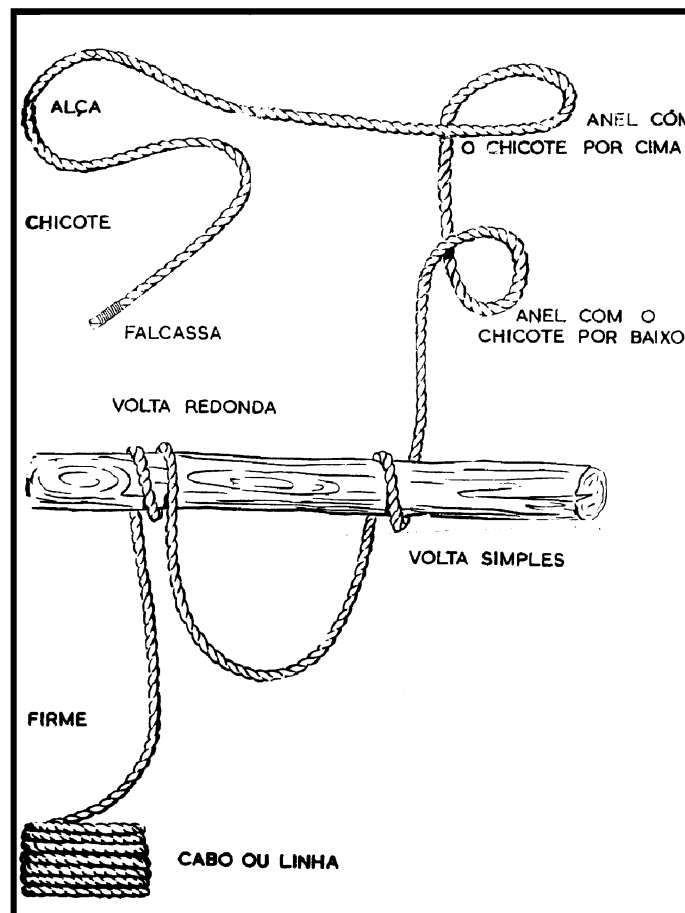



Figura 5. Elementos fundamentais dos nós

5. NÓS

a. Elementos fundamentais

ELEMENTOS FUNDAMENTAIS

ELEMENTO	DEFINIÇÃO
Cabo	É uma peça longa e resistente, constituída de cordões de fibra ou de aço, torcidos num sentido e enrolados uns sobre os outros em sentido contrário ao do torcimento.
Cabo solteiro	Corda de 4 a 5 m de comprimento, com 6 a 10 mm de diâmetro, usado para a confecção de assentos, segurança individual, tracionamento de cordas.
Retinida	Cordas de 5 a 6 cm de diâmetro para trabalhos auxiliares.
Linha	É um fio, cordão, cordel ou cabo, especialmente um cordel relativamente fino e forte.
Chicote	É a primeira extremidade que se apresenta na mão, quando se desenrola um cabo; é também, uma extremidade qualquer de um cabo, que se pode manejar livremente e que não se acha amarrado ou preso.
Firme	É o resto do cabo até a outra extremidade.
Falcassa	É a união dos cordões dos chicotes por meio de barbante ou fogo.
Alça	É uma volta ou uma curva em forma de U formada por um cabo.
Anel	É uma volta em que as partes de um fio, cordel ou cabo se cruzam, podendo ser atravessado por outro fio, cordel ou cabo. Obtém-se um anel temporário, por meio de um nó ou de uma laçada.
Volta simples	É semelhante a um anel, porém, comumente, descreve a colocação de um cabo em torno de um objeto tal como um poste, um trilho ou um anel, com o chicote seguindo a direção oposta à do firme.
Volta redonda	É semelhante a uma volta simples, porém o chicote passa por cima do firme.
Volta ou anel com chicote por cima	É uma volta ou anel em que o chicote passa por cima do firme.
Volta ou anel com chicote por baixo	É uma volta ou anel em que o chicote passa por baixo do firme.
Nó	É um entrelaçamento das partes de um ou mais corpos flexíveis, cabos por exemplo, formando uma massa uniforme; qualquer ligação ou amarração feita com cordel, cabo ou linha, inclusive voltas, laçadas e costuras. Usa-se o nó, muitas vezes, para evitar que o cabo passe por uma abertura.
Costura	É usada para reunir dois cabos ou para prender um cabo a uma argola ou anel.
Laçada	Serve para prender um cabo numa viga, cano ou poste, temporariamente, podendo ser desfeita facilmente.
Acochar	Apertar o nó, ajustar.
Tesar	Tensionar o cabo, tracionar vagarosamente.
Solecar	Soltar o cabo vagarosamente, retirar a tensão.
Cocas	Voltas ocasionais que aparecem em um cabo.
Seio	Parte central de um cabo.
Coçar	É gastar a corda pelo atrito contra uma superfície áspera.
Permear	Dobrar a corda ao meio.
Morder	Prender uma corda por pressão, seja com qualquer superfície rígida.
Safar uma corda	Liberar uma corda quando presa.
Bater a corda	Ato de desencocar uma corda e retirar as impurezas (terra, areia, vegetação).

b. Principais tipos de nós

PRINCIPAIS TIPOS DE NÓS

TIPO	NOME	EMPREGO
Elementares	**Simples (Figura 6)**	**1)Evitar que a extremidade de um cabo destorça. 2) Formar um botão na extremidade de um cabo.**
	Alemão (Figura 7)	**1)Evitar que um cabo escape de uma amarração quando usado na extremidade deste.**
	Frade (Figura 8)	**1)Evitar que um cabo escape da uma amarração quando usado na extremidade deste.**
Emenda	**Direito (Figura 9)**	**1)Emendar dois cabos de mesmo diâmetro.**
	Tecelão ou escota (Figura 10)	**1)Emendar cabos secos de diâmetros diferentes. 2)Prender um cabo a um laço.**
	Tecelão duplo ou escota duplo (Figura 11)	**1)Emendar cabos de diâmetros iguais ou desiguais. 2) Emendar cabos molhados. 3) Prender um cabo a uma alça.**
	Aboço (Figura 12)	**1)Unir amarras grossas ou cabos pesados.**
	Fita ou duplo (Figura 13)	**1)Unir extremidades de fita de escalada.**
	Pescador (Figura 14)	**1)Unir cabos de mesmo diâmetro. 2)Arrematar nós com mais segurança.**
	Pescador duplo (Figura 15)	**1)Unir cabos de mesmo diâmetro.**
Alceado	**Cabrestante ou lais de guia (Figura 16)**	**1)Fazer um anel. Fazer uma alça que não aperta.**
	Cabrestante duplo (Figura 17)	**1)Usado normalmente para manter um homem suspenso por tempo prolongado.**
	Correr (Figura 18)	**1)Realizar segurança.**
	Cabrestante corrediço (Figura 19)	**1)Transporte aéreo. 2) Proporciona uma linga de aperto na extremidade.**
	Balso pelo seio (Figura 20)	**1)Transportar feridos (tirolesa).**
	Espanhol (Figura 21)	**1)Trabalhos de salvamento. 2) Içar canos ou outros objetos redondos, por meio de lingas.**
	Francês (Figura 22)	**1)Suspender homens feridos. Usa-se uma alça como assento e outra em volta do corpo, por baixo dos braços.**
	Arnês (Figura 23)	**1)Fazer um anel não corrediço num cabo.**
	Azelha (Figura 24)	**1)Realizar segurança. 2)Confecção de estribos improvisados. 3)Tracionar cabos.**
	Azelha em oito (Figura 25)	**1)Realizar segurança. 2)Confecção de estribos improvisados. 3)Tracionar cabos.**
	Borboleta (Figura 26)	**1)Realizar segurança. 2)Tracionar cabos.**
Amarração	**Meia volta (Figura 27)**	**1)Prender um cabo a uma viga ou outro cabo mais grosso.**
	Volta de ribeira ou nó corrediço de duplo cote (Figura 28)	**1)Suspender ou arrastar pesados toros de madeira. Mais eficiente se reforçado por corte em torno da peça.**

Amarração	**Volta de ribeira e meia volta (Figura 29)**	**1)Suspender ou arrastar toros de madeira pesados.**
	Barqueiro ou volta de fiel ou porco (Figura 30)	**1)Fixar cabos e canos, troncos, postes e estacas.**
	Meios cotes (Figura 31)	**1)Prender rapidamente um cabo a uma viga ou estaca. 2)Ligar uma corda fina a uma de maior bitola. 3)Arrematar outros nós.**
	Volta redonda e meios cotes (Figura 32)	**1)Prender um cabo a uma estaca, viga ou mastro.**
	Âncora ou fateixa (Figura 33)	**1)Prender um cabo a uma âncora ou onde houver movimento que afrouxe ou aperte o cabo.**
	Espião (Figura 34)	**1)Alpinismo, quando se deseja fixar um anel fechado e desfazer à distância.**
	Boca de lobo (Figura 35)	**1)Prender uma linga sem fim a um gancho. 2)Prender um cabo a um gancho.**
	Abita (Figura 36)	**1)Prender um cabo a uma estaca de amarração.**
	Paulista (Figura 47)	**1)Amarrar a carga em viaturas. 2)Tensionar outros cabos em pista de cordas. 3)Tracionar cargas.**
	Gancho (Figura 37)	**1)Prender o cabo a um gancho.**
	Andaime (Figura 38)	**1)Suster tábuas de andaime, peças retangulares ou roliças na horizontal para construção de andaimes.**
	Mola	**1)Alpinismo (ancoragem rápida).**
Encurtamento	**Catau (Figura 39)**	**1)Encurtar cabos ou reforçar partes fracas. Não deve ser feito na ponta do cabo.**
Auto-bloqueantes	**Prússico (Figura 40)**	**1)Fixar cordas suplementares a uma outra corda de maior bitola. 2) Dar tensão em outros cabos. 3)Ascensão de um cabo vertical com uso de estribos. 4)Realizar segurança.**
	UIAA (Figura 41)	**1)Realizar segurança.**
	Marchand (Figura 42)	**1)Realizar segurança. 2)Ascensão de um cabo vertical.**
	Bachmann ou mosquetão (Figura 43)	**1)Ascensão de um cabo vertical.**
Assentos	**Austríaco (Figura 44)**	**1)Qualquer tipo de rappel, inclusive negativo.**
	Suíço (Figura 45)	**1)Qualquer tipo de rappel, inclusive negativo. 2)Transporte de feridos à tirolesa, desde que possam sentar.**
	Americano (Figura 46)	**1)Rappel em paredões verticais.**

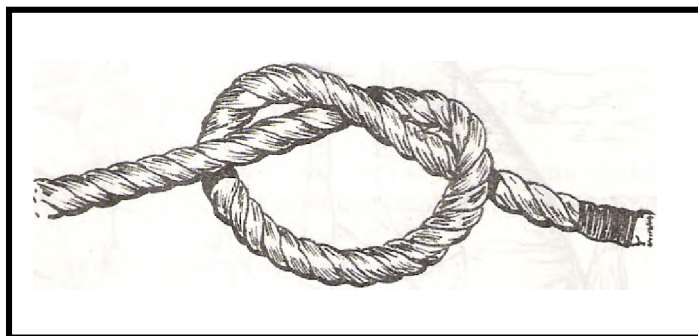



Figura 6. Nó simples

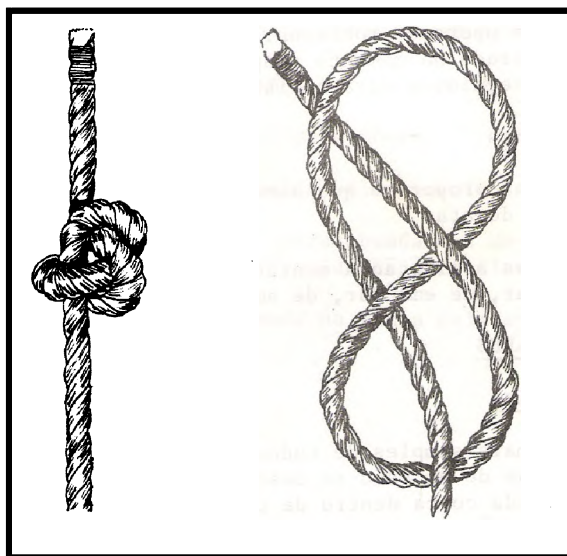



Figura 7. Nó alemão

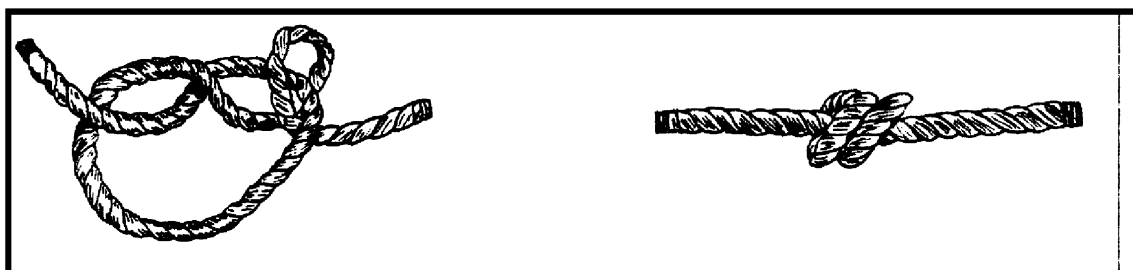



Figura 8. Nó de frade

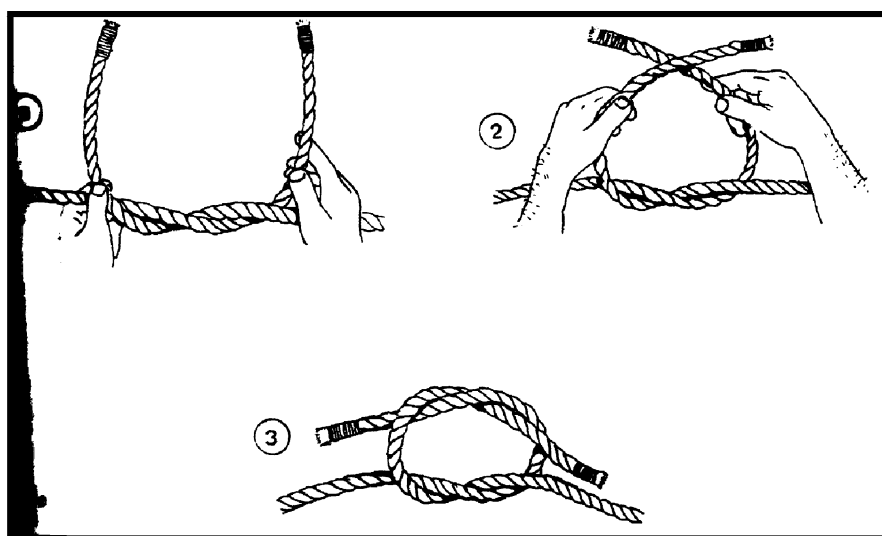



Figura 9. Nó direito

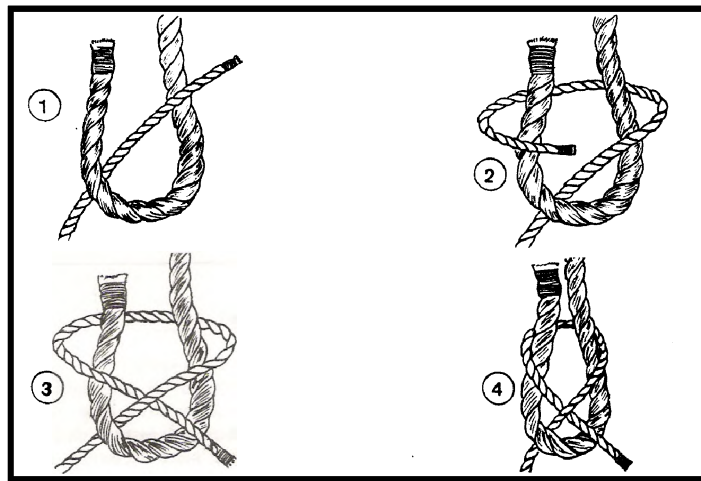



Figura 10. Nó de tecelão ou escota

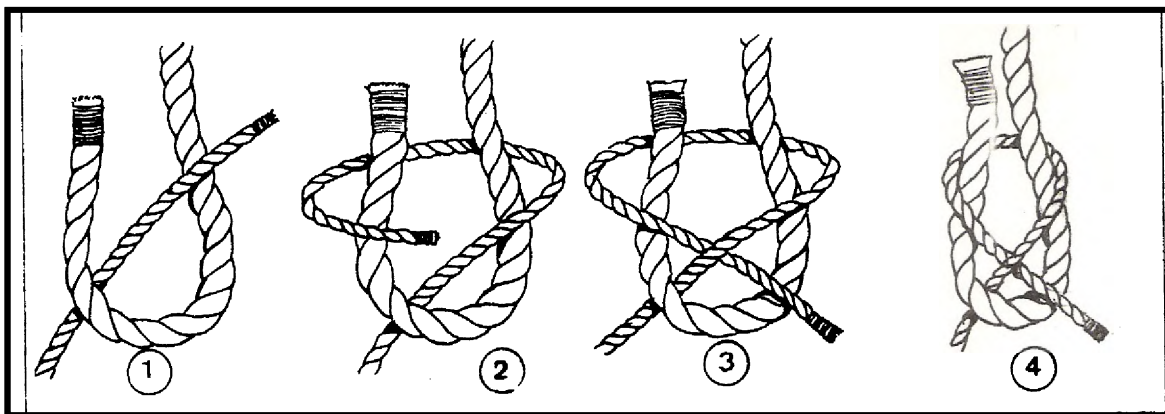



Figura 11. Nó de tecelão duplo ou escota duplo

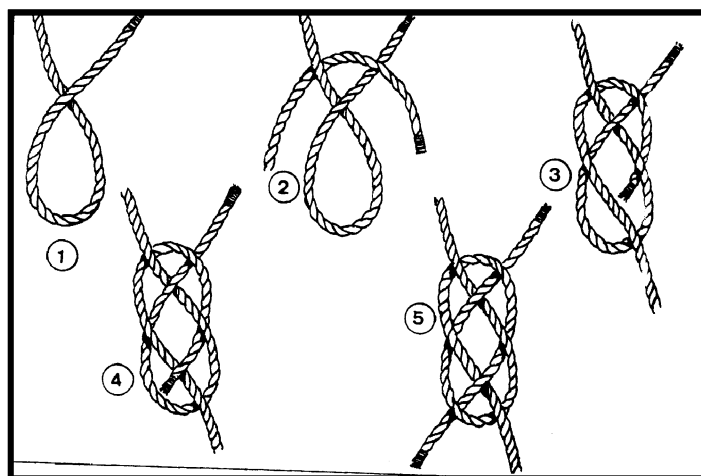



Figura 12. Nó de aboço

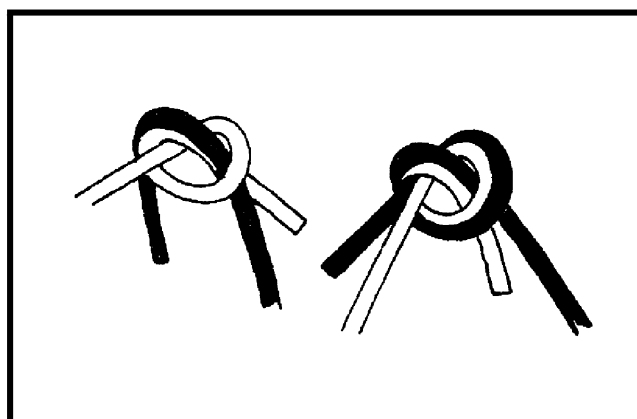



Figura 13. Nó de fita ou duplo

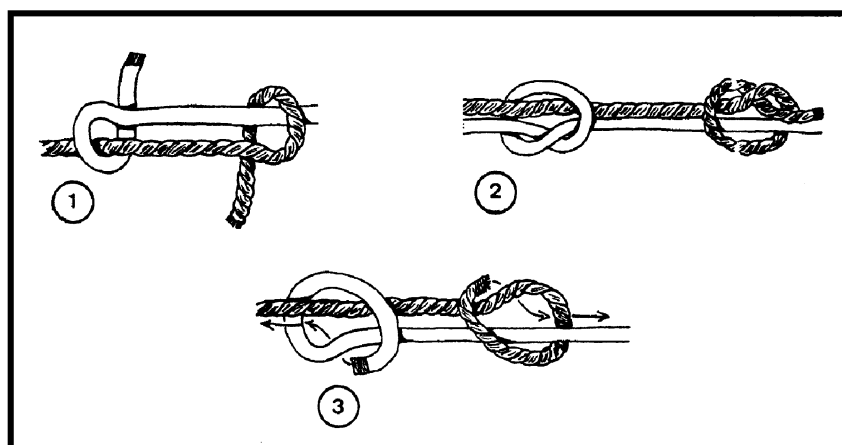



Figura 14. Nó de pescador

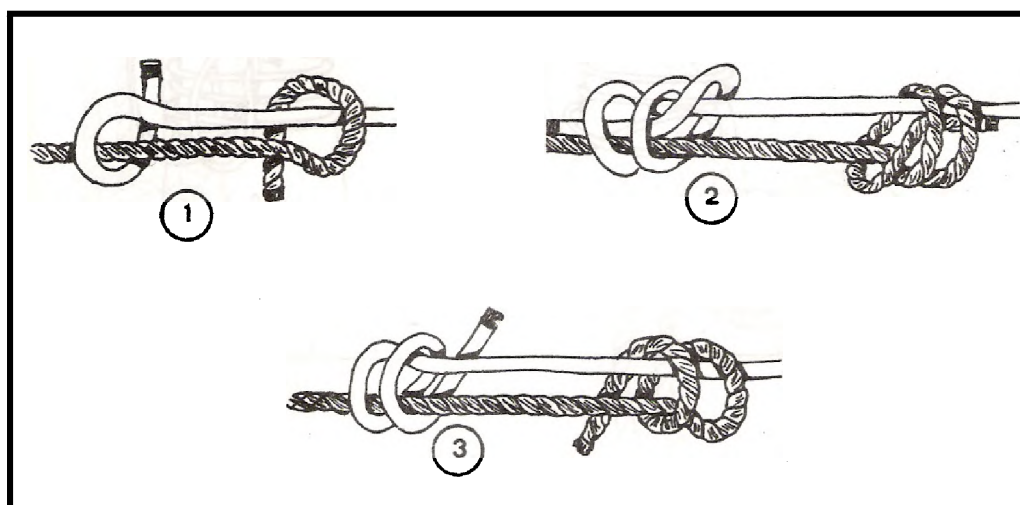



Figura 15. Nó de pescador duplo

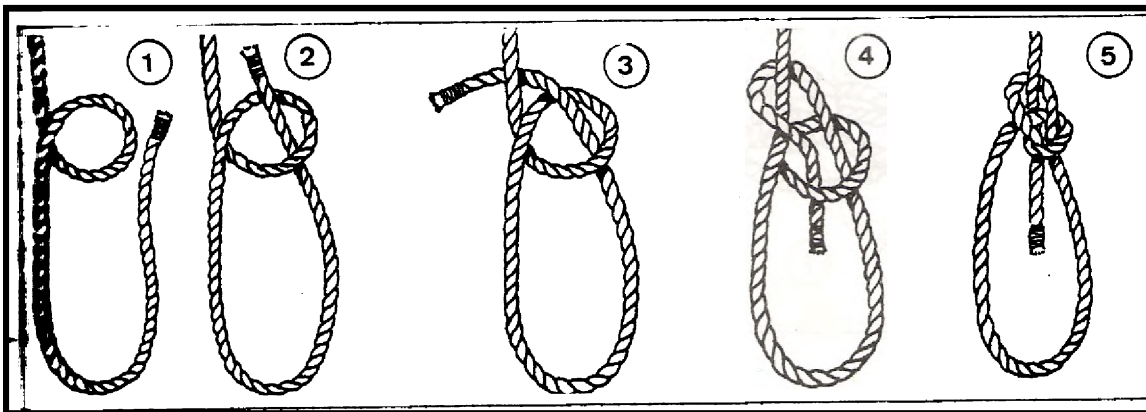



Figura 16. Nó de cabrestante ou laís de guia

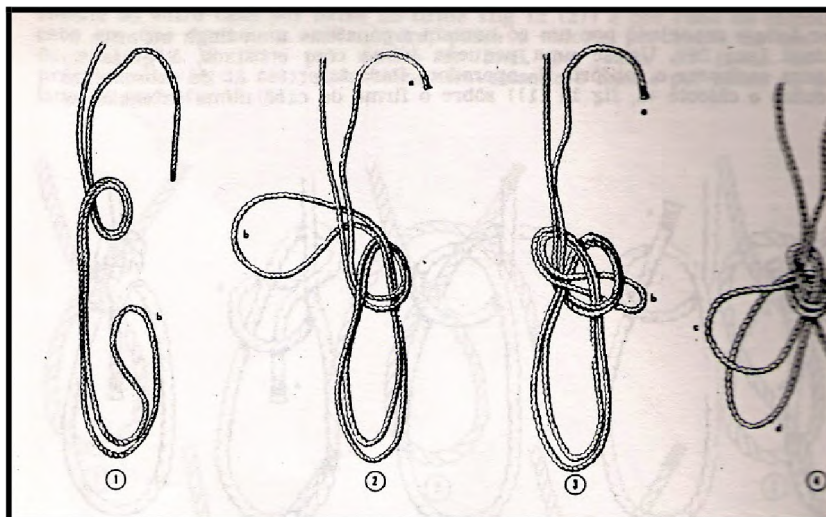



Figura 17. Nó de cabrestante duplo

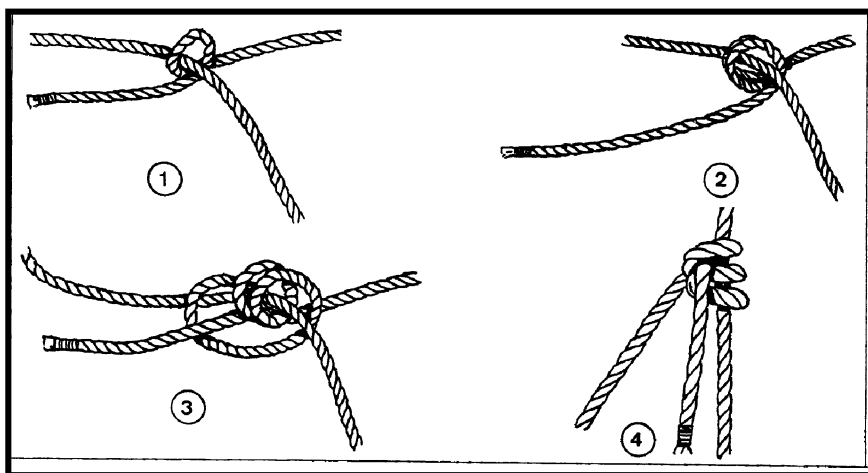



Figura 18. Nó de correr

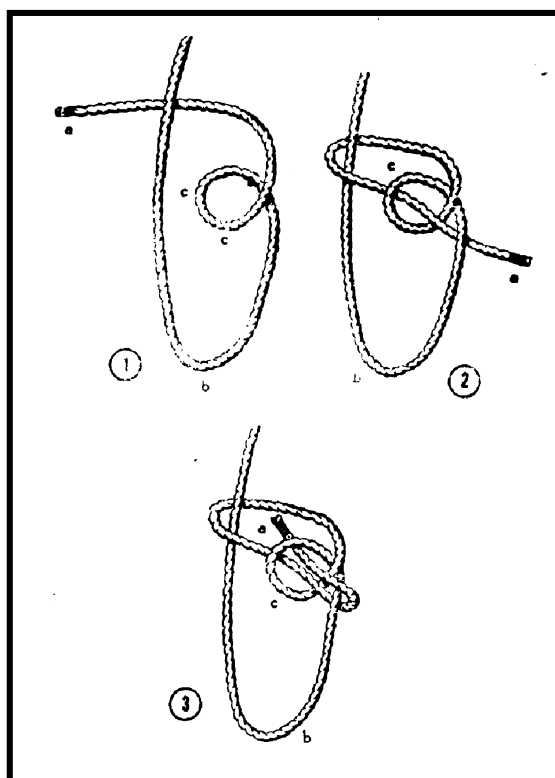



Figura 19. Nó de cabrestante corrediço

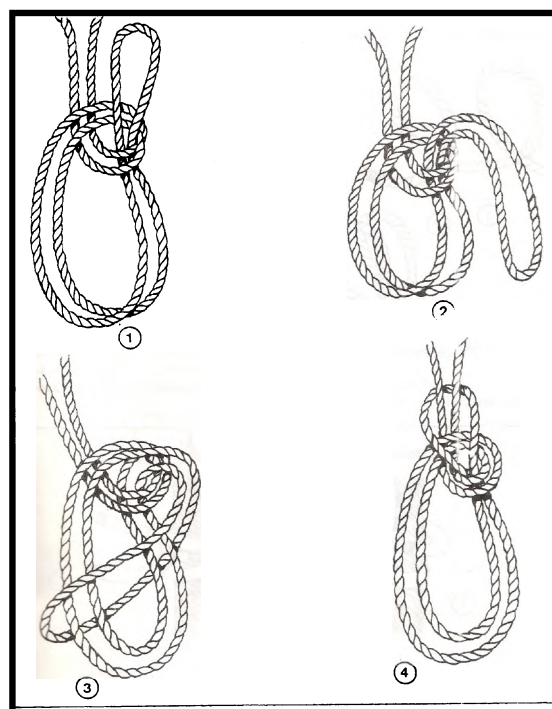



Figura 20. Nó balso pelo seio

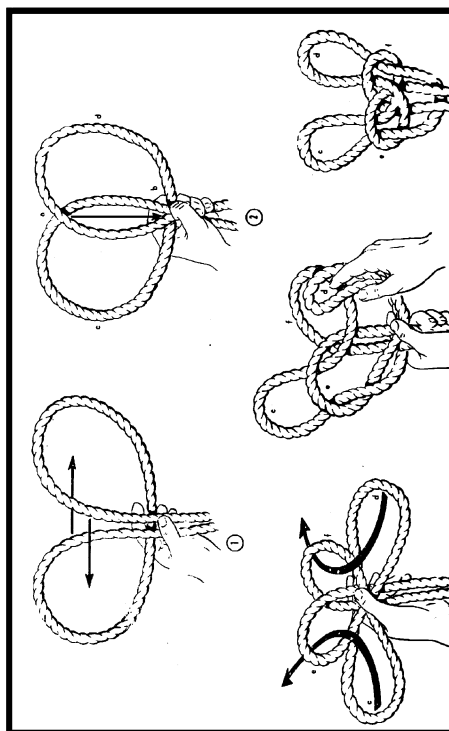



Figura 21. Nó espanhol

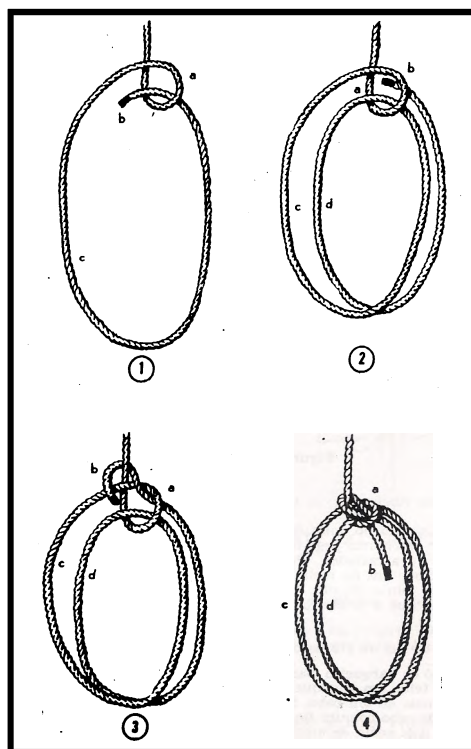



Figura 22. Nó francês

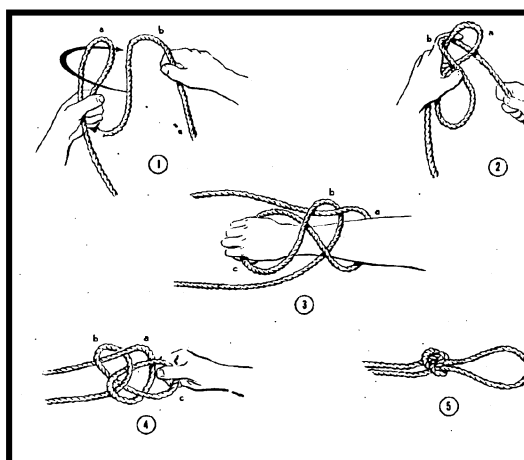



Figura 23. Nó de arnês

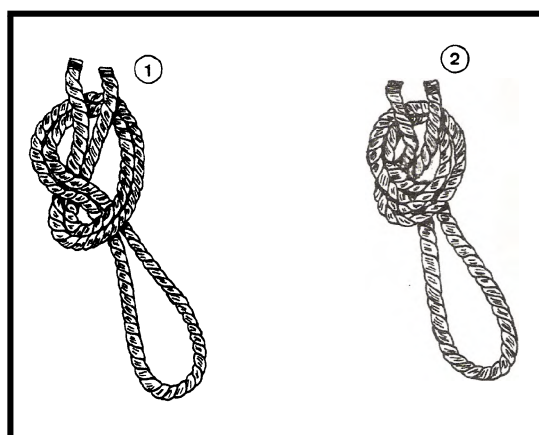



Figura 24. Nó azelha

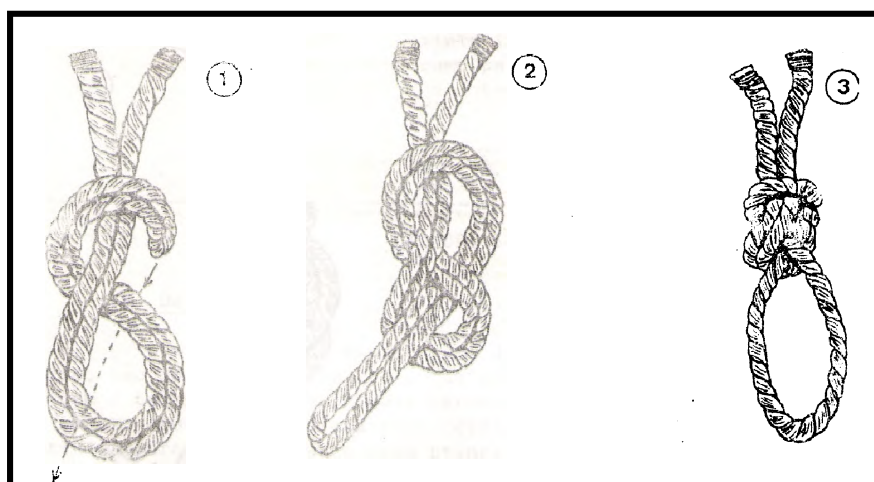



Figura 25. Nó azelha em oito

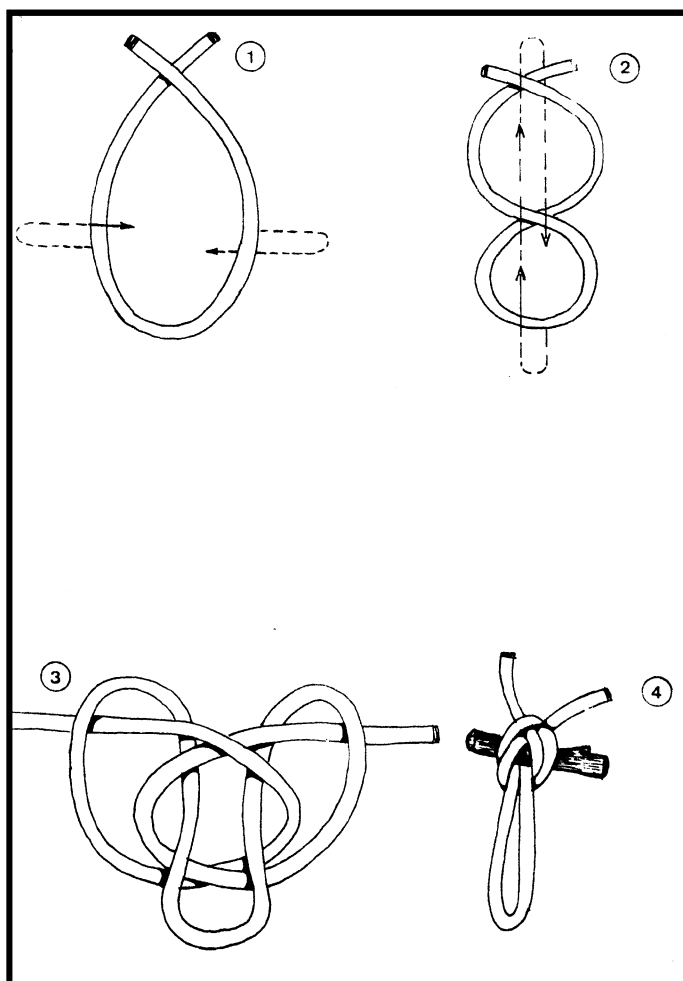



Figura 26. Nó borboleta

Figura 27. Nó meia volta

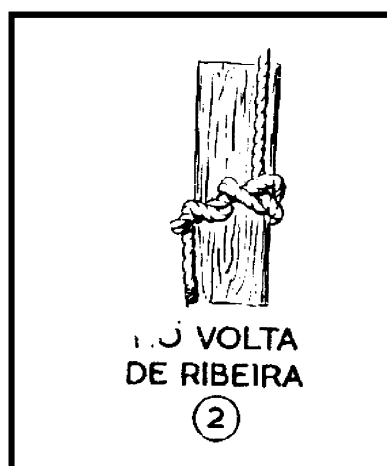



Figura 28. Nó volta de ribeira

Figura 29. Nó volta de ribeira e meia volta

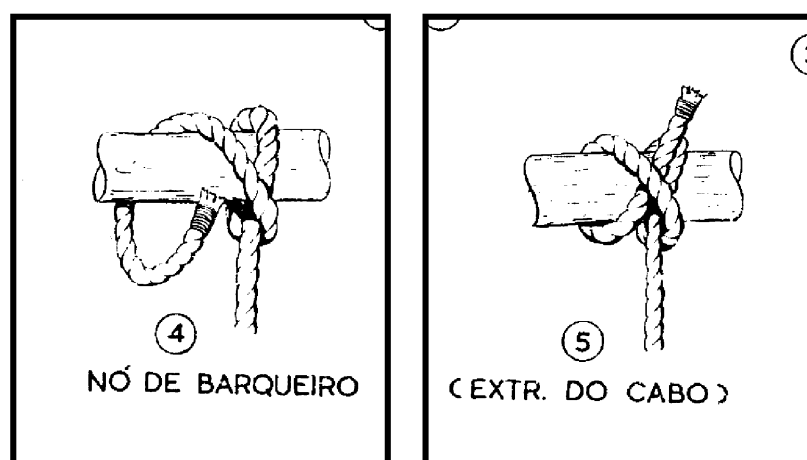



Figura 30. Nó de barqueiro ou volta de fiel ou de porco

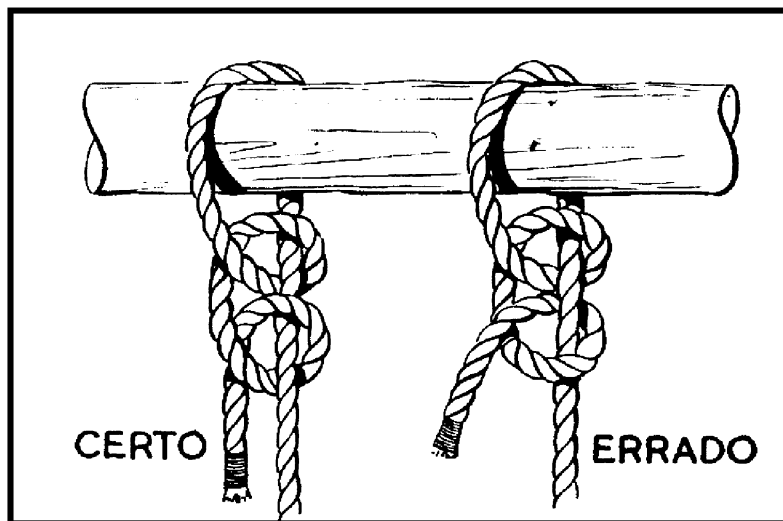



Figura 31. Meios cotes

Figura 32. Nó volta redonda e dois meios cotes

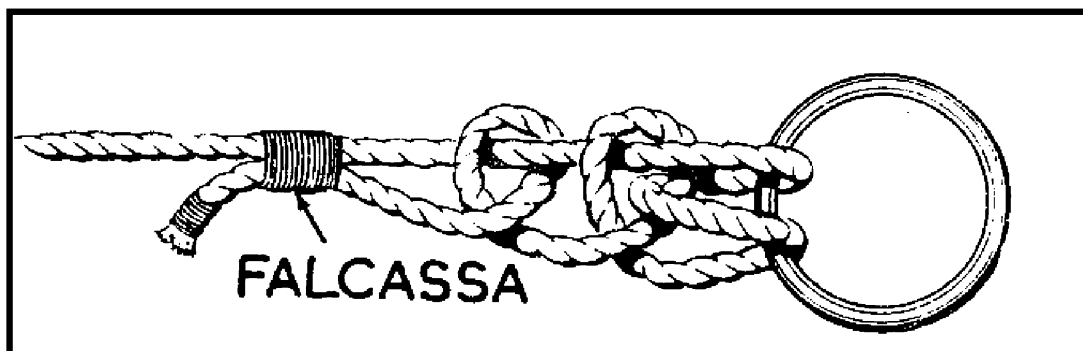



Figura 33. Nó de âncora ou fateixa

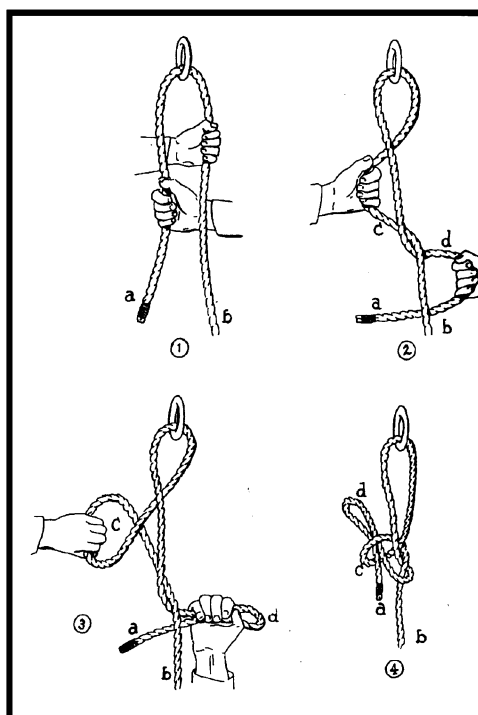



Figura 34. Nó de espião

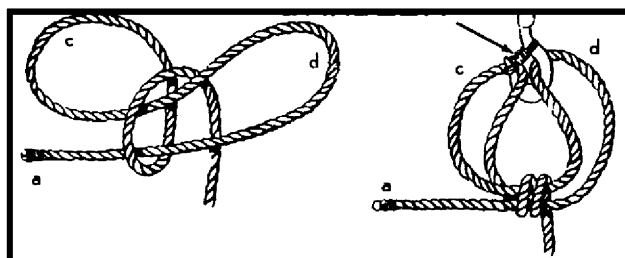



Figura 35. Nó boca de lôbo

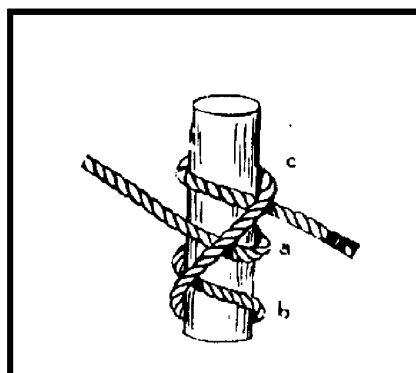



Figura 36. Nó de ábita

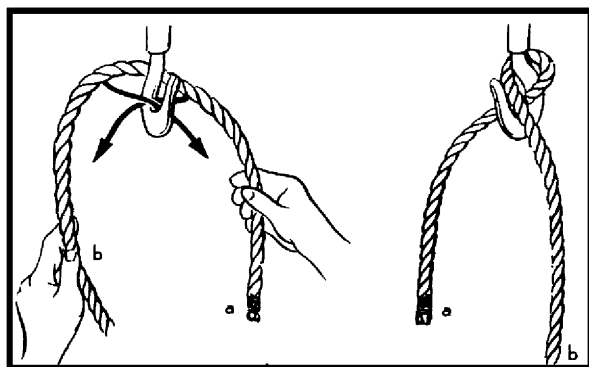



Figura 37. Nó de gancho

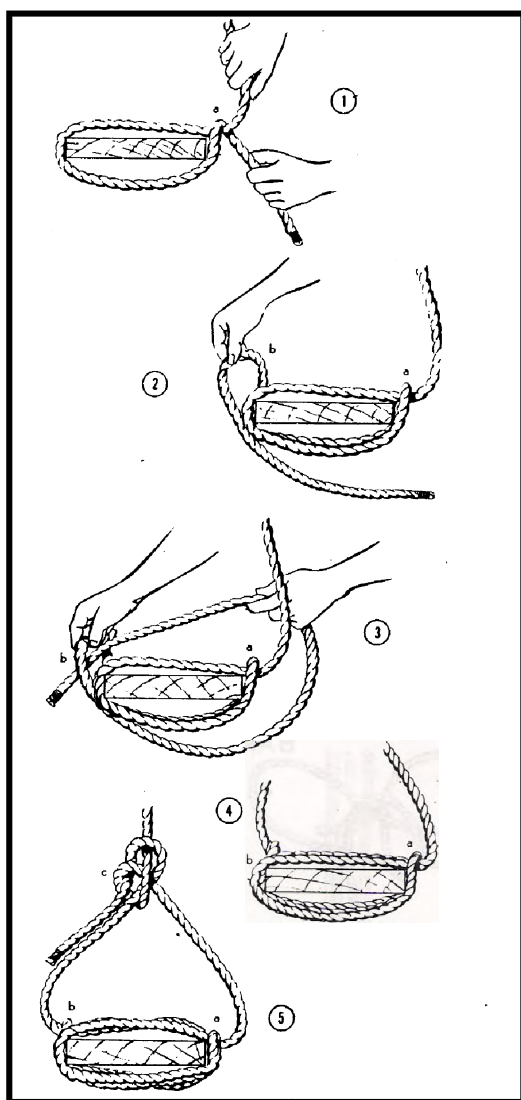



Figura 38. Nó de andaime

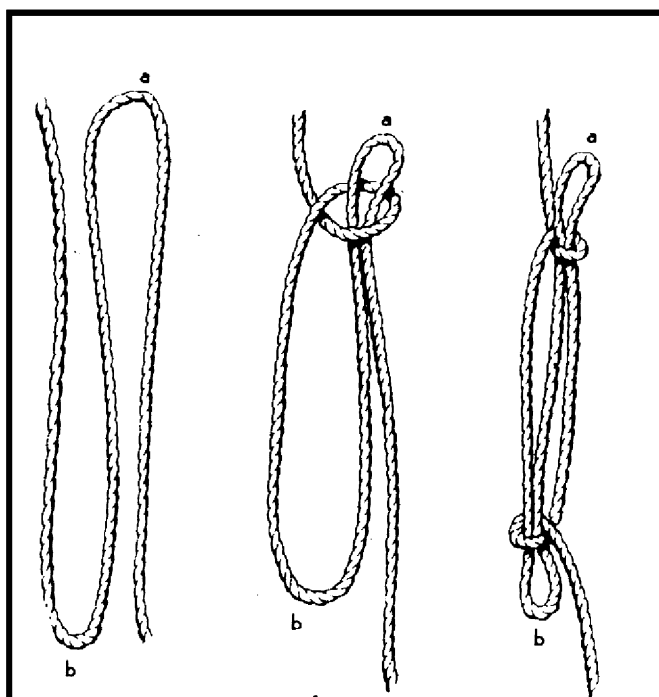



Figura 39. Nó de catau

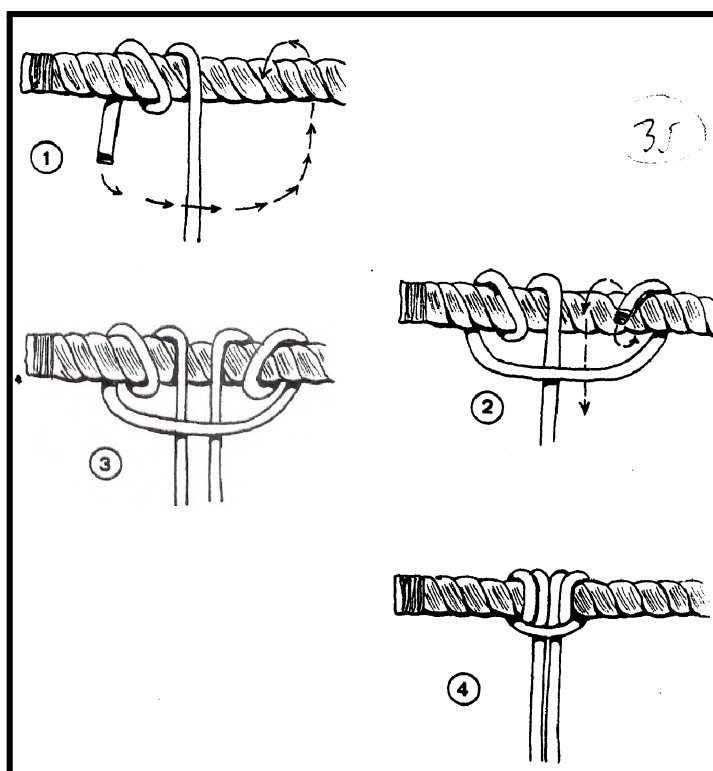



Figura 40. Nó prússico

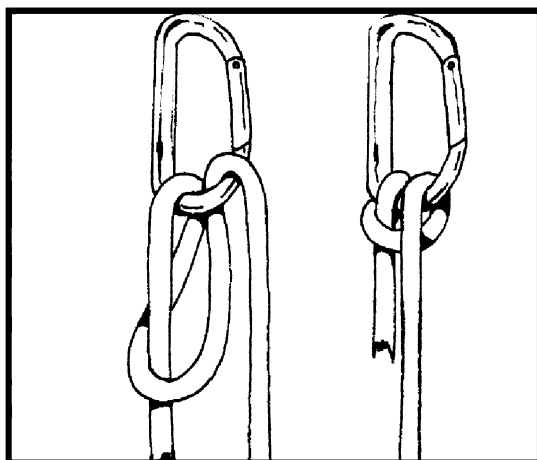



Figura 41. Nó U.I.A.A.

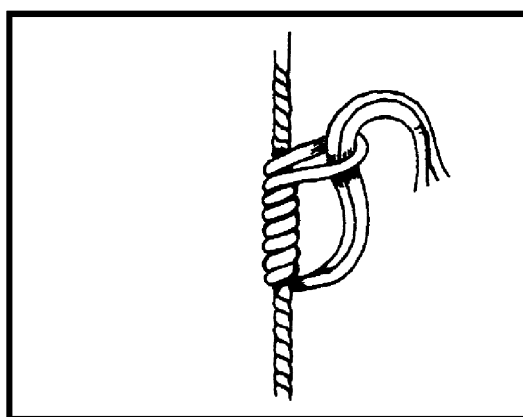



Figura 42. Nó marchand

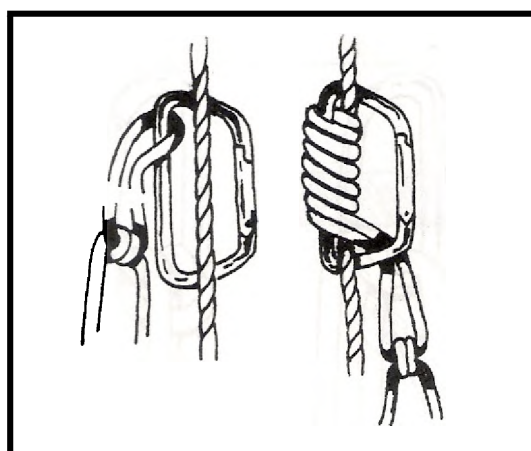



Figura 43. Nó bachmann ou de mosquetão

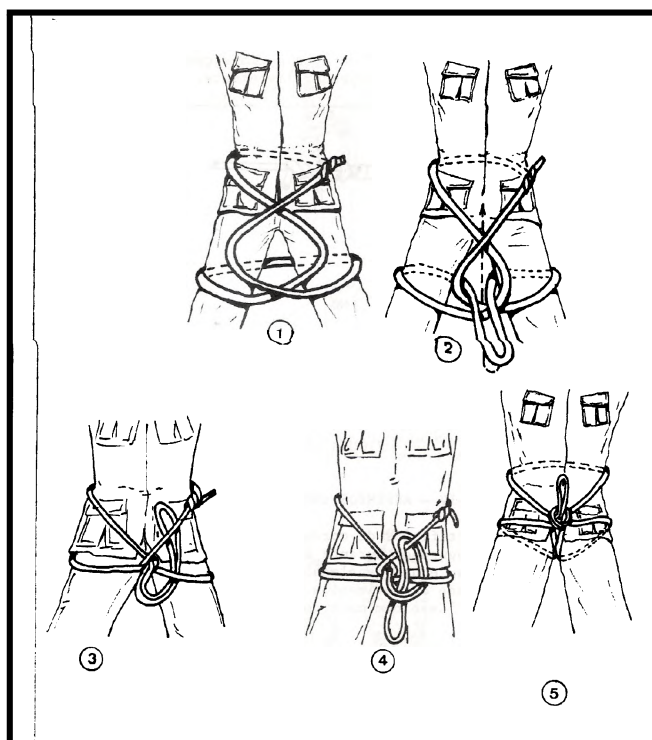



Figura 44. Assento austríaco

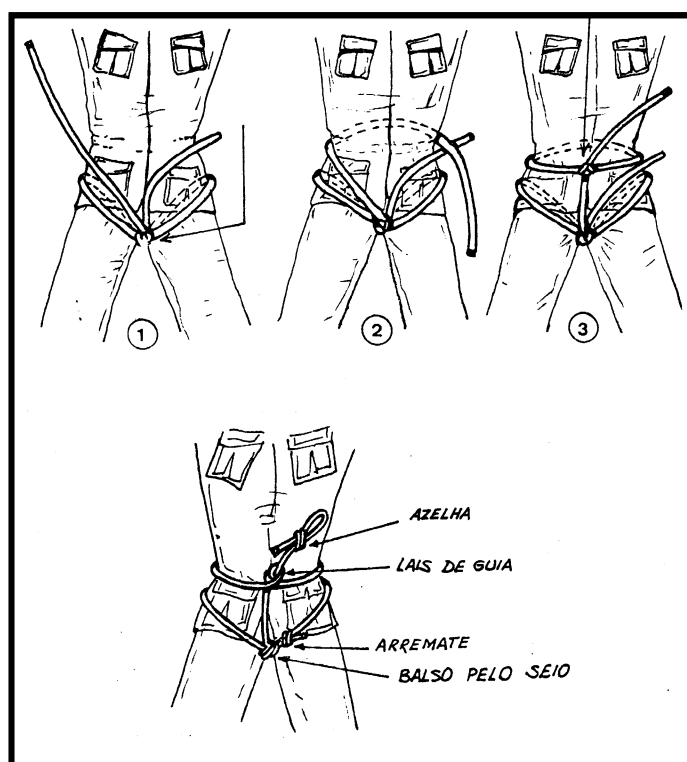



Figura 45. Assento suiço

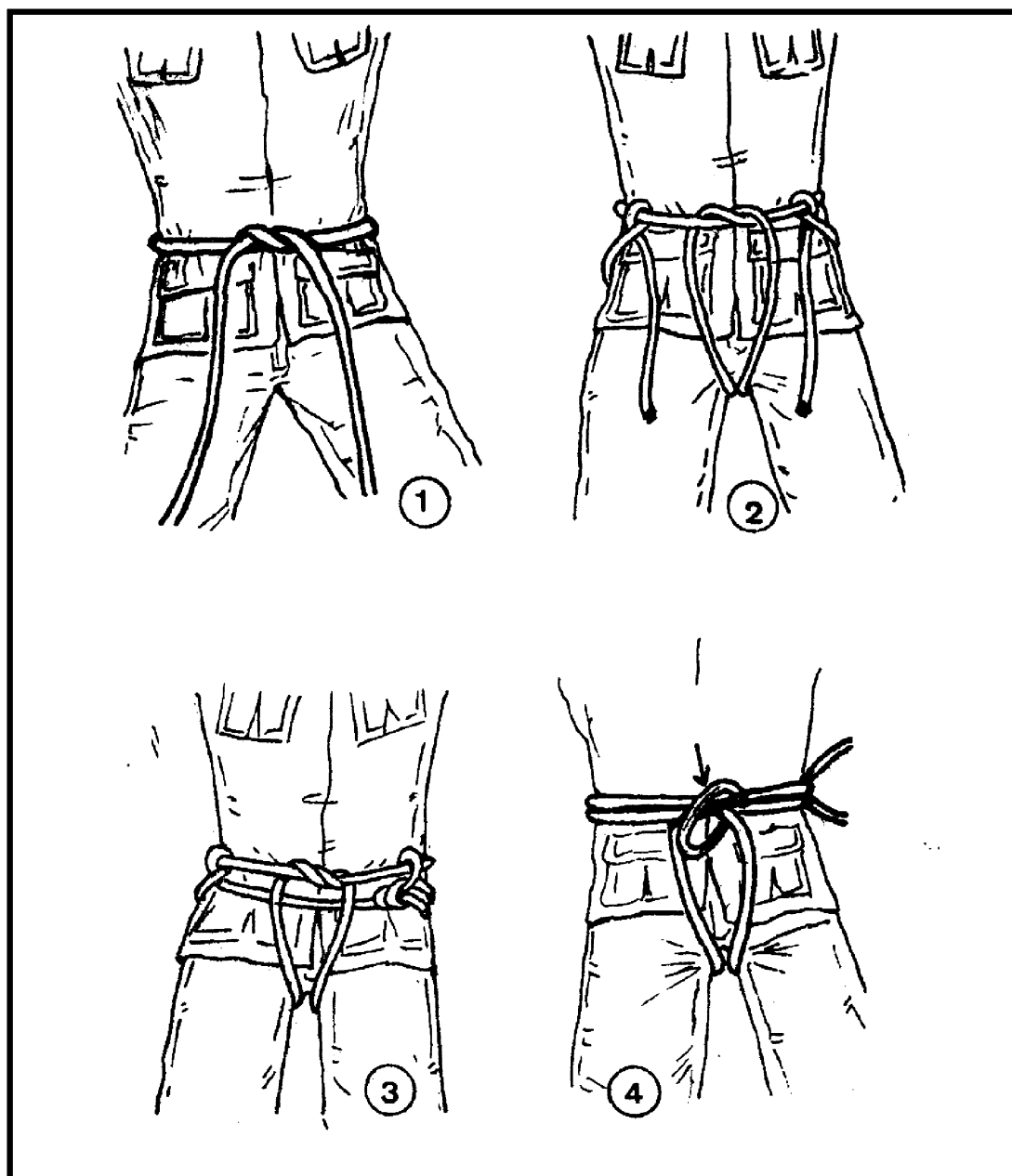



Figura 46. Assento americano

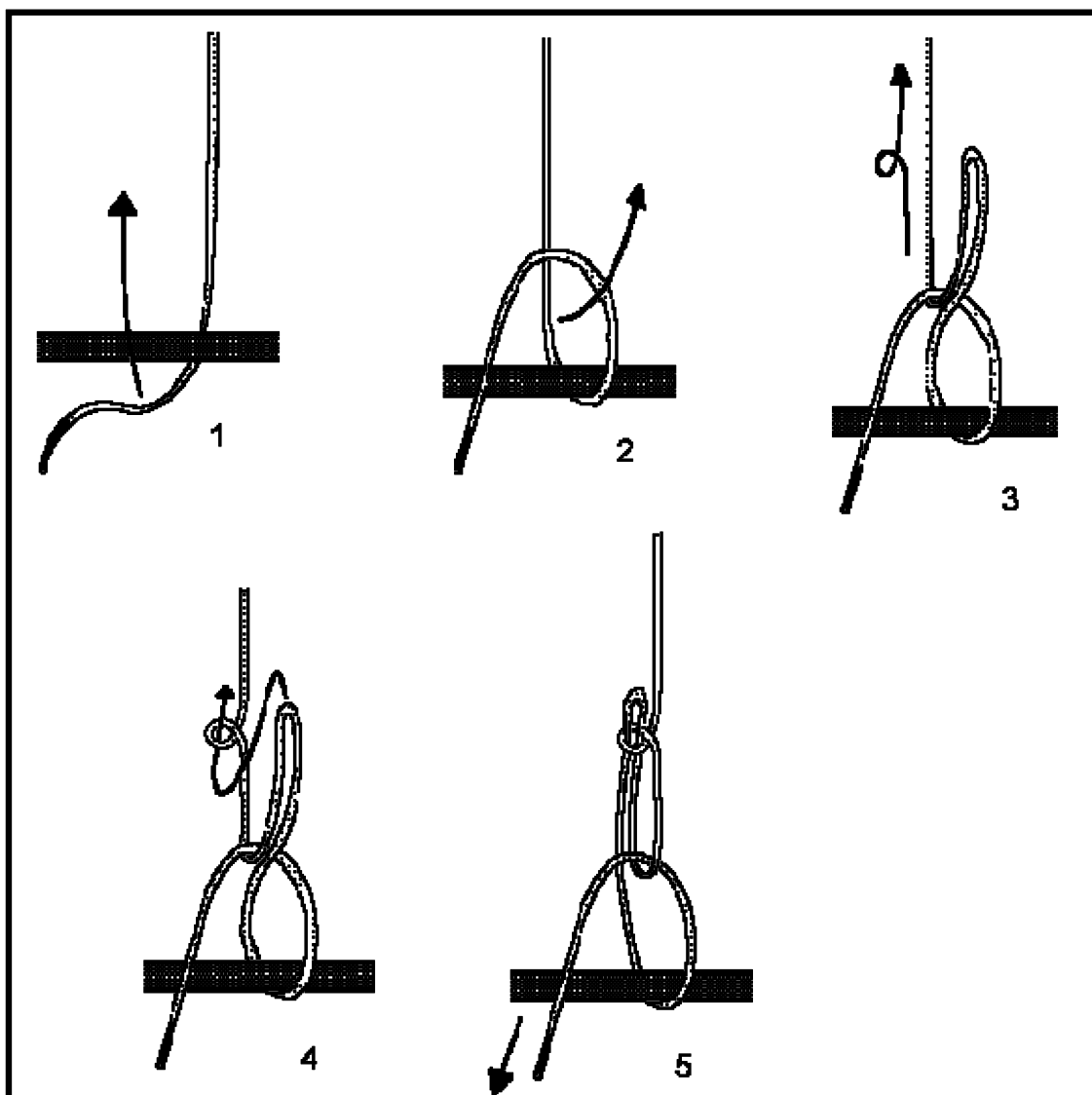



Figura 47. Nó paulista

Figura 48. Site animado sobre nós (http://www.animatedknots.com/)

6. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Exército Brasileiro. **Escalada Militar**. Seção de Instrução Especial da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, 19?

BRASIL. Exército Brasileiro. **Escalador Militar**. Seção de Montanha do 11º Batalhão de Infantaria de Montanha. Regimento Tiradentes. São João Del Rei, 19 ?

BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual Técnico de Aparelhos de Força – T5-725**. Rio de Janeiro: EGGCF, 1957.

BRASIL. Exército Brasileiro**. Vade-Mecum de Engenharia, C 5-34.** Brasília: EGGCF, 1983.

BRASIL. Exército Brasileiro**. Vade-Mecum de Engenharia, C 5-34.** Rio de Janeiro: EGGCF, 1955.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Cordame**. Pontes Leves e Pesadas. 1998.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Cordame**. Transposição de Cursos de Água. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, 1995.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

CABO DE AÇO

1. INTRODUÇÃO

Os cabos de aço ou cabos metálicos são muito utilizados em trabalhos de ancoragem e em manobras de força.

Apresentam diferentes modelos de fabricação que são empregados com finalidades específicas.

Cada equipagem de pontes, normalmente, possui o seu cabo de aço. Sua dotação é específica e consta dos catálogos de suprimento.

A inspeção e manutenção periódica são aspectos importantes a serem constantemente observados pelos usuários de cabos de aço.

2. GENERALIDADES

a. <u>Constituição dos cabos de aço</u>

1) Os cabos de aço são fabricados com fios de aço ou de ferro. Os fios são reunidos, para formarem os cordões (pernas). Os cordões o são, para formarem o cabo, quer enrolados uns sobre os outros, quer enrolados juntos sobre um núcleo central (alma). O núcleo ou alma pode ser de aço, de fibras naturais ou artificiais. A alma de aço é utilizada nos cabos de aço sujeitos a severos esmagamentos ou a temperaturas elevadas. Os cabos com alma de aço são mais rígidos. A alma de fibra em geral dá maior flexibilidade ao cabo de aço. O número de cordões, o número de fios por cordão, o tipo do material e a natureza do núcleo dependem do fim a que se destina o cabo.

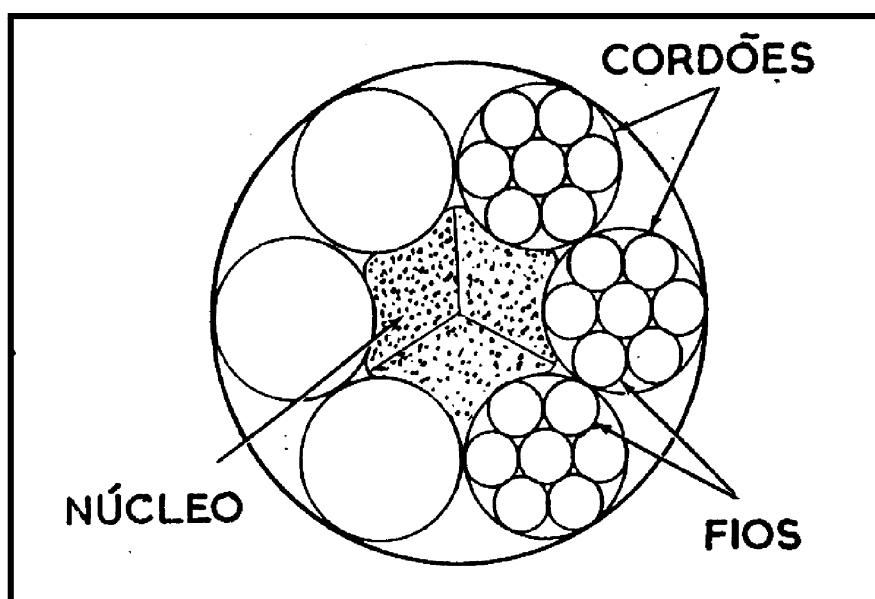



Figura 1. Constituição de um cabo de aço

b. Estrutura dos cabos de aço

1) Generalidades

a) Classifica-se o cabo de aço, de acordo com o número de cordões, o número de fios por cordão, a estrutura do cordão, o núcleo, o torcimento e a fabricação.

2) Combinações de cordões

a) Fio. Na estrutura de um cabo de aço, o elemento básico é o fio, o qual é feito de aço em vários calibres.

b) Cordão ou perna. Os fios reunidos formam os cordões. O número de fios de um cordão varia, de acordo com o fim a que destina o cabo.

c) Cabo. Certo número de cordões reunidos forma o próprio cabo. O cabo de aço é designado pelo número de cordões do cabo e pelo número de fios por cordão. Deste modo, um cabo de aço de 6 x 19 é um cabo que contém seis cordões e dezenove fios por cordão. Este cabo tem o mesmo diâmetro externo de um cabo de aço de 6 x 37, o qual por sua vez contem seis cordões, e trinta e sete fios por cordão. O sentido de enrolamento dos fios, geralmente, é inverso ao sentido de enrolamento dos cordões. O cabo de aço constituído de grande número de fios finos e flexível, porém os fios quebram-se facilmente, razão por que o cabo não resiste ao atrito externo. O cabo constituído de pequeno número de fios grossos resiste mais ao atrito externo, porém é menos flexível.

3) Torcimento

a) O torcimento diz respeito ao sentido do enrolamento dos fios nos cordões ou dos cordões no cabo. Há dois torcimentos num cabo: o torcimento dos cordões, ou enrolamento dos fios nos cordões; e o torcimento do cabo, ou enrolamento dos cordões no cabo. Ambos podem ser feitos no mesmo sentido ou em sentidos opostos, de acordo com o fim a que se destina o cabo. Em alguns cabos, os fios e os cordões são moldados à sua forma final, antes de serem reunidos para constituir o cabo. A preformação diminui as tensões internas do cabo.

b) Na torção regular os arames estão torcidos em direção oposta à das pernas do cabo. Quando as pernas estão torcidas da esquerda para a direita, diz-se que o cabo é de “torção à direita”. Quando as pernas são torcidas da direita para a esquerda, diz-se que o cabo é de “torção à esquerda”. A torção regular confere maior estabilidade ao cabo

c) Na torção Lang os arames e as pernas estão torcidos na mesma direção. A torção Lang aumenta a resistência à abrasão do cabo e sua flexibilidade.

4) Fabricação

a) Os cabos de aço podem ser fabricados por dois processos. O cabo chama-se “preformado”, quando os fios ou cordões são preformados ou preparados para se amoldarem à curvatura do cabo pronto, antes de serem reunidos. Chama-se “não-preformado” tende a destorcer-se, quando é cortado. O cabo “preformado” não tende a destorcer-se, é mais flexível, seu manuseio é mais fácil e seguro.

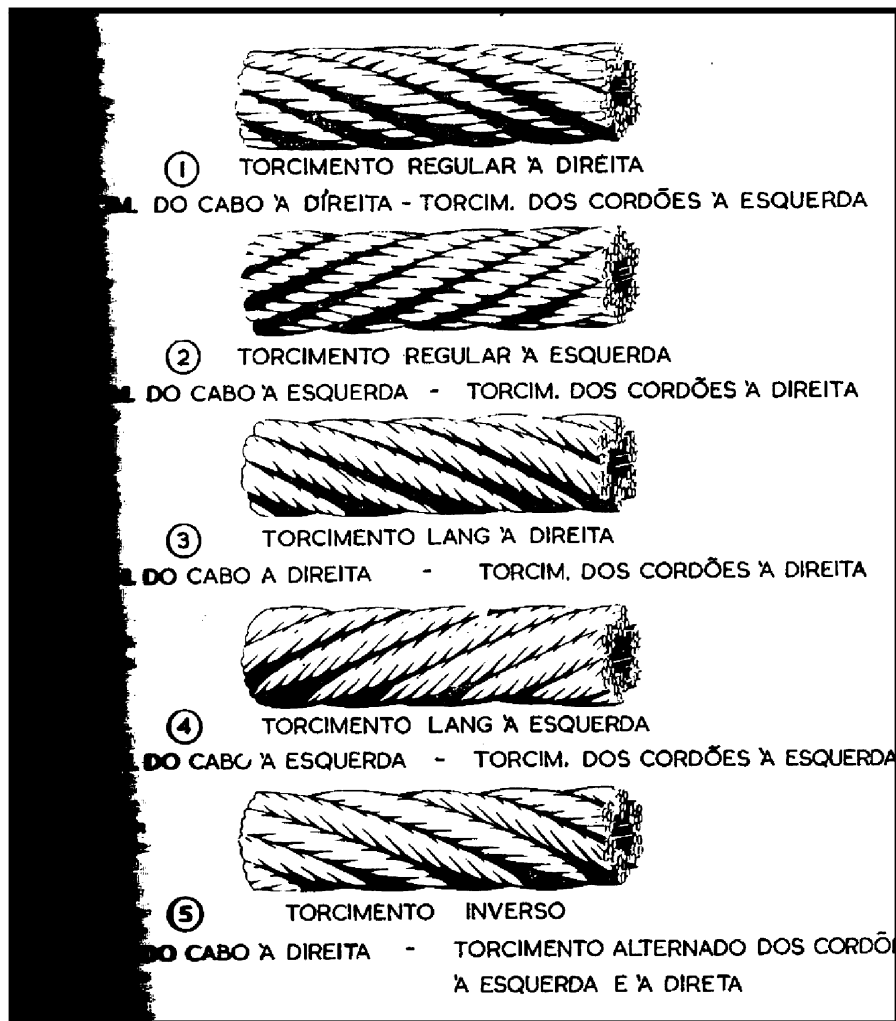



Figura 2. Torcimentos típicos dos cabos de aço

3. CARACTERÍSTICAS

a. Generalidades

1) Ao selecionar-se um cabo de aço para um determinado fim, devem-se considerar a resistência e a flexibilidade necessárias, assim como as condições de trabalho a serem satisfeitas.

b. Materiais

1) A resistência de um cabo de aço varia, de acordo com o tipo de metal que são feitos os seus fios. Os fios podem ser feitos de vários metais, entre os quais o aço de tração, o aço doce, o aço arado e o aço aperfeiçoado. O metal básico pode ser natural ou galvanizado. Usa-se também o bronze, dentro de certos limites, obtendo-se aço resistente à corrosão.

c. Combinação de cordões

1) A combinação dos fios nos cordões e a dos cordões nos cabos influem sobre as características dos cabos. Os cabos de 6 x 19 e 6 x 37 figuram entre os tipos "Standards". O cabo de aço de 6 x 37 é o mais flexível dos cabos Standards de seis cordões e, por esse motivo, é usado em equipamentos dotados de pequenas roldanas e pequenos tambores, tais como os guindastes. Trata-se de um cabo muito eficiente, porque muitos dos fios interiores são protegidos contra o atrito pelos fios exteriores. O cabo de aço de 6 x 19 é o tipo mais rígido e forte entre os de uso geral. Este cabo pode ser usado com roldanas de grande diâmetro, desde que a velocidade seja mantida em níveis razoáveis. Devido à sua rigidez não é próprio para operação rápida, ou para ser usado com roldanas pequenas.

2) O cabo de aço de 6 x 7 é o menos flexível dos cabos Standards. É muito indicado para resistir ao desgaste produzido pelo atrito, por causa dos grossos fios exteriores. Existem muitas outras combinações. Por exemplo, o cabo de aço de 18 x 7 no qual há duas camadas concêntricas de cordões. Os cordões internos são de torcimento à esquerda, enquanto que os cordões externos são de torcimento à direita. O objetivo desta diferença é neutralizar a tendência a destorcer-se que tem cada camada; ela proporciona cabos que quase não giram, quando sob a ação de uma carga. Num cabo de torcimento tipo Lang, os fios dos cordões e os cordões do cabo são ambos torcidos na mesma direção.

d. Designação

1) Os cabos são geralmente designados por dois números separados por um "x". O primeiro significa o número de cordões e o segundo o número de fios de cada cordão. Exemplos:

a) Cabo 5/8" 6 x 7 AF: Cabo de 5/8 de polegadas de diâmetro com seis cordões e cada cordão com 7 fios, com alma de fibra.

b) Cabo 3/4" 6 x 37 AA: Cabo de 3 / 4 de polegadas de diâmetro com seis cordões e cada cordão com 37 fios, com alma de aço.

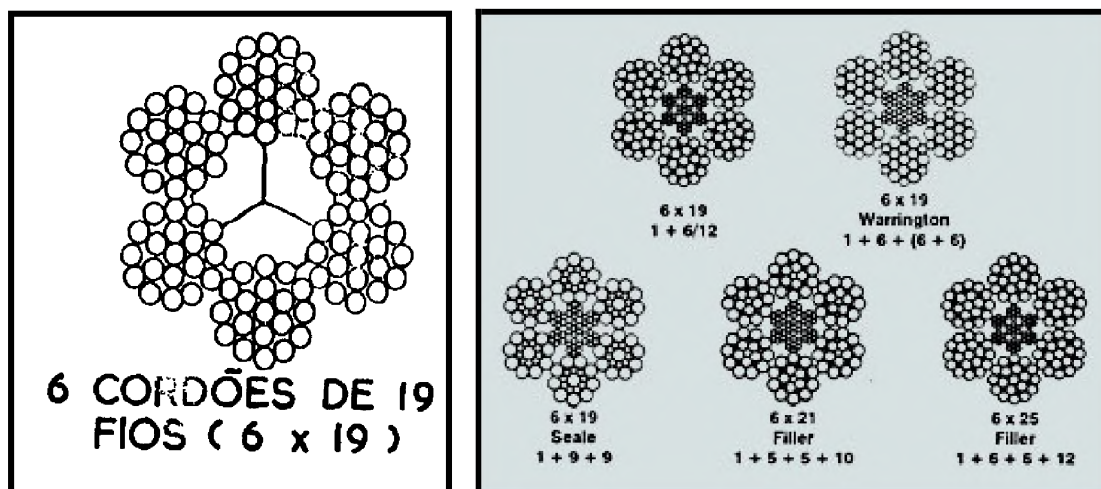



Figura 3. Exemplos de disposição dos cordões num cabo de aço

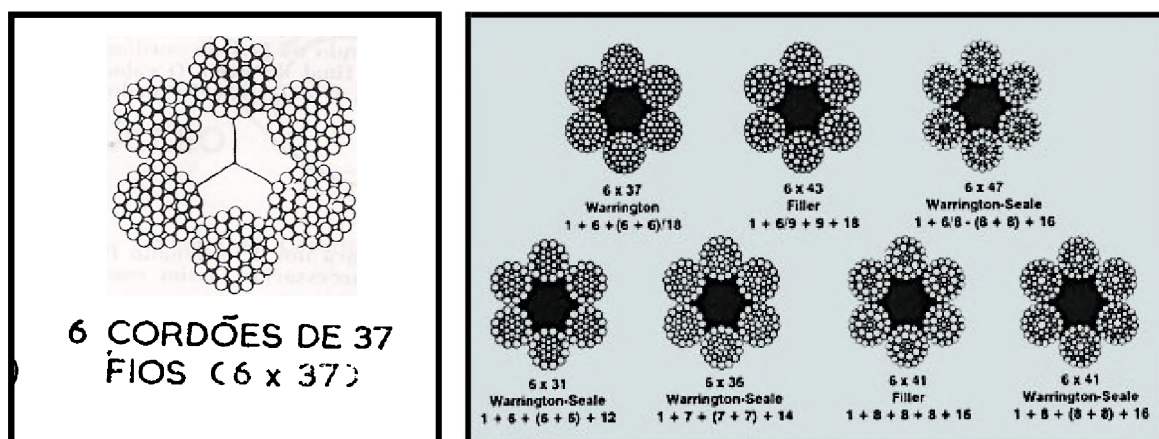



Figura 4. Exemplos de disposição dos cordões num cabo de aço

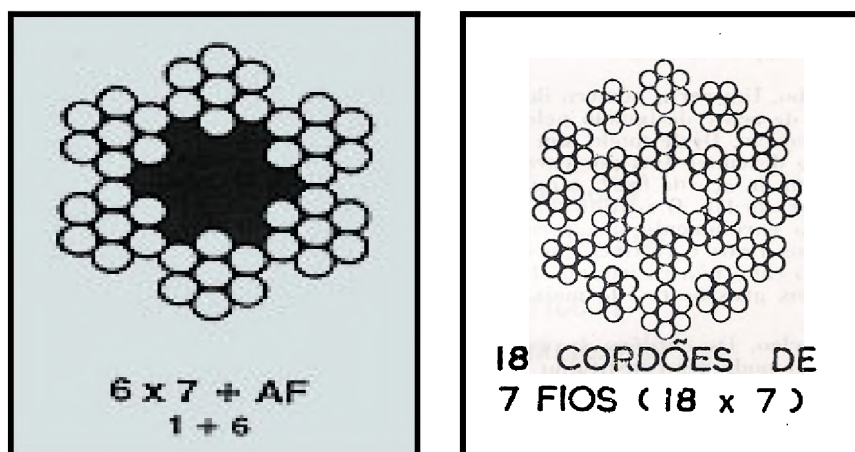



Figura 5. Exemplos de disposição dos cordões num cabo de aço

e. <u>Bitola</u>

1) A bitola de um cabo de aço é expressa pelo seu diâmetro em polegadas. Para determinar a bitola de um cabo de aço, mede-se o seu maior diâmetro.

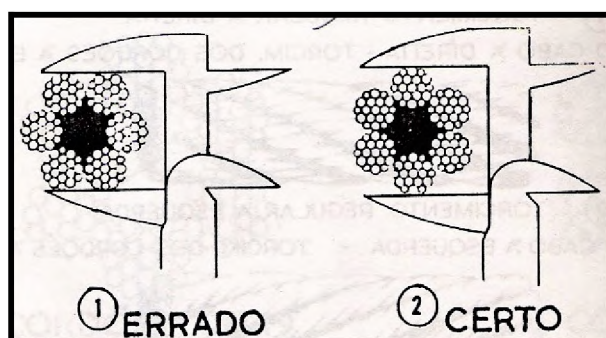



Figura 6. Medição do diâmetro de um cabo de aço

f. Peso

1) O peso de um cabo de aço varia com a bitola e o tipo da estrutura. Não há regras de algibeira para se determinar o peso.

g. Resistência

1) A resistência de um cabo de aço varia com a bitola, o tipo, o material de que é feito o processo de construção. A resistência pode ser expressa como: "resistência à ruptura" ou "capacidade de trabalho em segurança". Ao calcular se a "capacidade de trabalho em segurança" de um cabo de aço, para içamentos diversos, usa-se normalmente, um "fator de segurança" igual a 5. No "cálculo da "carga de segurança", para dar-se uma margem de segurança conveniente, divide-se a "resistência à ruptura" do cabo pelo "fator de segurança". Pode-se obter a "capacidade de trabalho em segurança", em toneladas, por meio de uma regra de algibeira, que consiste em elevar-se ao quadrado o diâmetro do cabo de aço, em polegadas e multiplicar-se o resultado por um 8. Um resultado obtido deste modo, de acordo com o tipo do cabo, nem sempre corresponde ao fatores de segurança de tabela.

$$\text{CARGA DE SEGURANÇA} = \frac{\text{CARGA DE RUPTURA}}{\text{FATOR DE SEGURANÇA}}$$

ESPECIFICAÇÕES DE DIFERENTES CABOS DE AÇO COM ALMA DE FIBRA

PARA CABO DE AÇO DE 6 X 7 AF, 6 X 19 AF, 6 X 37 AF e 18 X 17 AF						PARA CABO DE AÇO DE 8 X 19 AF	
Diâmetro		**Circunferência**		**Peso**	**Carga ruptura**	**Peso**	**Carga ruptura**
Pol	**mm**	**Pol**	**mm**	**Kg/m**	**t**	**Kg/m**	**t**
1/4	**6**	**3/4**	**20**	**0,15**	**2,4**	**0,15**	**1,63**
5/16	**8**	**1**	**25**	**0,24**	**3,7**	**0,24**	**2,54**
3/8	**10**	**1 1/8**	**30**	**0,34**	**5**	**0,33**	**3,72**
7/16	**11**	**1 3/8**	**35**	**0,46**	**7**	**-**	**-**
1/2	**13**	**1 5/8**	**40**	**0,60**	**9**	**0,55**	**6,58**
9/16	**14**	**1 3/4**	**45**	**0,76**	**11**	**-**	**-**
5/8	**16**	**2**	**50**	**0,88**	**14**	**0,87**	**10,4**
3/4	**19**	**2 3/8**	**60**	**1,34**	**20**	**1,25**	**14,5**
7/8	**22**	**2 3/4**	**70**	**1,83**	**27**	**1,67**	**19,0**
1	**25**	**3 1/8**	**80**	**2,38**	**35**	**2,2**	**24,5**
1 1/8	**29**	**3 1/2**	**90**	**3,02**	**44**	**2,6**	**30**
1 1/4	**32**	**3 7/8**	**100**	**3,72**	**55**	**3,2**	**36**
1 3/8	**35**	**4 3/8**	**110**	**4,36**	**66**	**3,9**	**45**
1 1/2	**38**	**4 3/4**	**120**	**5,33**	**78**	**4,7**	**50**

OBSERVAÇÕES:

1) 6 X 7 significa um cabo metálico com alma de fibra, composto por 6 cordões e cada um dos cordões com 7 fios. A mesma regra se aplica para os outros cabos.

2) Para cabos de alma de aço, acrescentar 7,5% às resistências indicadas.

3) Para cabos galvanizados, reduzir 10% as resistências indicadas.

4) A resistência varia com o quadrado do diâmetro. Por exemplo, um cabo de ¾" é quatro vezes mais forte do que outro de 3/8" feito com o mesmo material.

5) Para cabos marítimos 6 x 24 AF galvanizado e cordoalhas de 7 fios de alta resistência, usar a tabela de cabo de aço de 8 x 19 AF.

FATOR DE SEGURANÇA PARA CABOS DE AÇO

TIPO DE TRABALHO	FATOR DE SEGURANÇA MÍNIMO
Cabos estáticos	3 e 4
Guinchos e máquinas de terraplanagem	5
Pontes rolantes e talhas	6 a 8
Elevadores de baixa velocidade	8 a 10
Elevadores de alta velocidade	10 a 12
Condições do cabo duvidosas	10
Vidas humanas e equipamento de elevado custo	10

4. TAMBORES E ROLDANAS

a. Bitola

1) A bitola e a localização das roldanas e tambores, sobre os quais o cabo opera e a velocidade com que o cabo passa sobre as roldanas, influem sobre a resistência e a vida útil do cabo. Toda vez que se encurva um cabo de aço, os cordões e os fios se deslocam, uns em relação aos outros, além de se encurvarem. Este encurvamento e deslocamento dos fios deve ser reduzido ao mínimo, a fim de diminuir o desgaste e a fadiga. Um cabo de aço que passa em torno de uma roldana ou um tambor, de diâmetro bastante grande, sofrerá uma perda de resistência da ordem de 5 ou 6%. Em todos os casos, deve-se manter a velocidade do cabo sobre as roldanas ou tambores, tão baixa quanto o permitir a eficiência do trabalho, para diminuir o desgaste do cabo. É impossível dar-se uma bitola mínima absoluta para cada roldana ou tambor, de vez que há certo número de fatores a serem considerados. O diâmetro da roldana deve, sempre, ser tão grande quanto possível e nunca deve ser inferior a vinte vezes o diâmetro do cabo de aço. Este número tem sido largamente utilizado e é fruto da experiência.

DIÂMETRO MÍNIMO DE ROLDANAS E TAMBORES, EM POLEGADAS, PARA DETERMINADAS ESTRUTURAS DE CABO DE AÇO

Diâmetro do cabo em polegadas	6 x 7	6 x 19	6 x 37	8 x 19
1/4	10 1/2	8 1/2	-	6 1/2
3/8	15 3/4	12 3/4	6 3/4	9 3/4
1/2	21	17	9	13
5/8	26 1/4	21 1/4	11 1/4	16 1/4
3/4	31 1/2	25 1/2	13 1/2	19 1/2
7/8	36 3/4	29 3/4	15 3/4	22 3/4
1	42	34	18	26
1 1/8	47 1/4	38 1/4	20 1/4	29 1/4
1 1/4	52 1/2	42 1/2	22 1/2	32 1/2
1 1/2	63	51	27	39

b. Enrolamento

1) As voltas de um cabo de aço não se devem sobrepor, quando o enrolamento no tambor de um guincho, mas enrolarem-se em camadas uniformes. A superposição resulta em aderência, dando lugar a pegas na linha, quando se desenrola o cabo. Para que as camadas fiquem uniformes, comece a enrolar o cabo de encontro a flange do tambor e mantenha a linha tensa, durante o enrolamento.

2) Este deve ser iniciado de encontro ao flange direito ou esquerdo, conforme seja necessário, para acertar o sentido do enrolamento, de modo que quando o cabo for enrolado novamente no tambor, se encurve da mesma maneira que o fez, quando foi desenrolado da bobina. Este procedimento reduz o flexionamento do cabo, evitando uma curva reversa.

3) Existe uma regra manual, para se determinar o flange próprio do tambor, em que se deve iniciar o enrolamento do cabo. Em primeiro lugar, examine o cabo e verifique se é de torcimento à direita ou à esquerda. Usa-se a mão direita para os cabos de torcimento à direita e a mão esquerda para os cabos de torcimento à esquerda. As costas da mão ficam voltadas para cima, quando o enrolamento é feito por cima; ficam voltadas para baixo, quando o enrolamento é feito para baixo. Fique de pé, por trás do tambor e de frente para ele. O punho representa o tambor e o dedo índex estendido representa o cabo, saindo do tambor. O polegar indica o flange, junto do qual deve ser iniciado o enrolamento do cabo. As voltas do cabo ficam sobre o tambor devem ficar juntas, a fim de se evitar a possibilidade de compressão e atrito do cabo, durante o enrolamento e aderência ou pega do cabo, durante o desenrolamento.

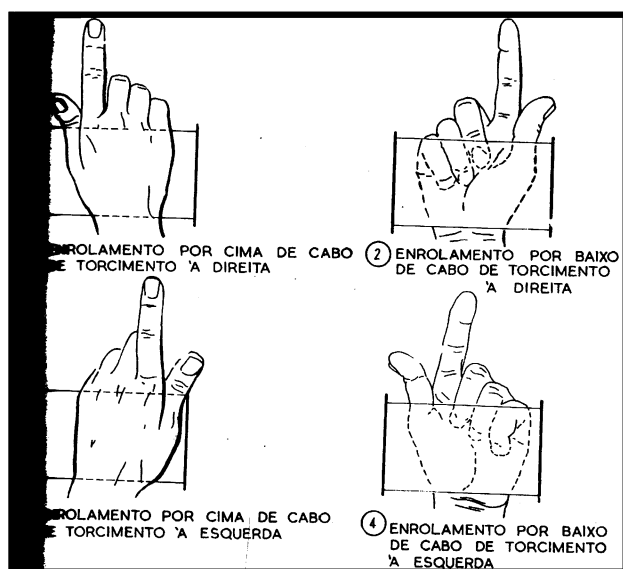



Figura 7. Regra manual para a determinação da flange em que deve ser iniciado o enrolamento

4) Se, durante o enrolamento, houver necessidade de forçar as voltas para que fiquem juntas, force-as com um bastão de madeira. Nunca golpeie o cabo com um martelo ou outro objeto metálico, pois isto pode danificar os fios que constituem o cabo. Se possível, deve-se enrolar apenas uma única camada de cabo no tambor. No caso de serem necessárias várias camadas, enrole-as de modo que não haja aderência. Enrole a segunda camada de voltas sobre a primeira, colocando o cabo nos sulcos formados pelas voltas da primeira camada, salvo se cada volta do cabo, na segunda camada, deve cruzar por cima de duas voltas da primeira camada. A terceira camada deve ser enrolada nos sulcos da segunda camada, a menos que cada volta do cabo deva cruzar por cima de duas voltas da segunda camada.

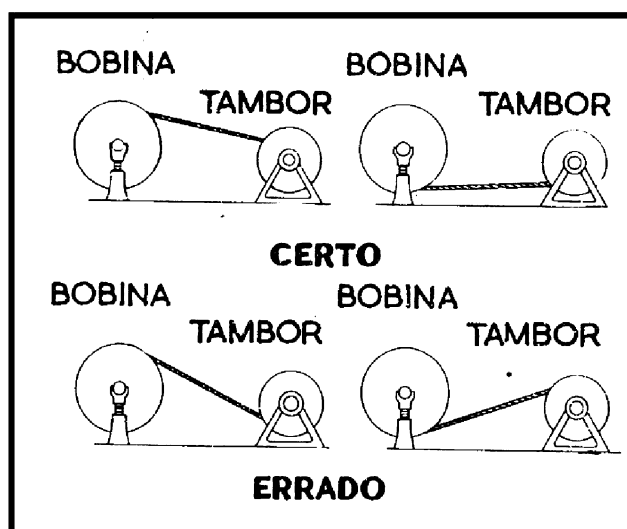



Figura 8. Passagem de cabo de aço de uma bobina para um tambor

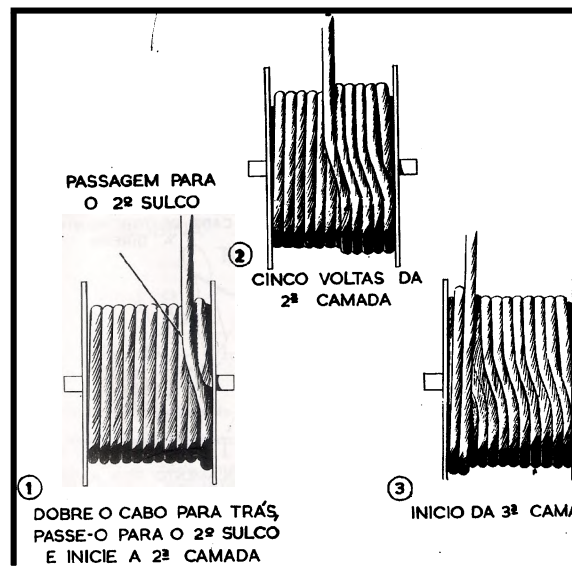



Figura 9. Enrolamento de um cabo de aço num tambor

c. <u>Colocação</u>

1) Os tambores, as roldanas e os cadernais usados com cabo de aço, devem ser gornidos e colocados sempre que possível, de modo a evitar curvas reversas. As curvas reversas aparecem, quando o cabo contorna um cadernal, tambor ou roldana num sentido e os seguintes em sentido contrário. Isto submete os fios e cordões a um certo número de flexões desnecessárias, aumentando o desgaste e a fadiga. Quando se tiver de usar uma curva reversa, os cadernais, roldanas ou tambores, que a formam, deverão ter diâmetros maiores do que os comumente usados e deverão ser espaçados tanto quanto possível, pois assim a realização da curva reversa durará mais tempo.

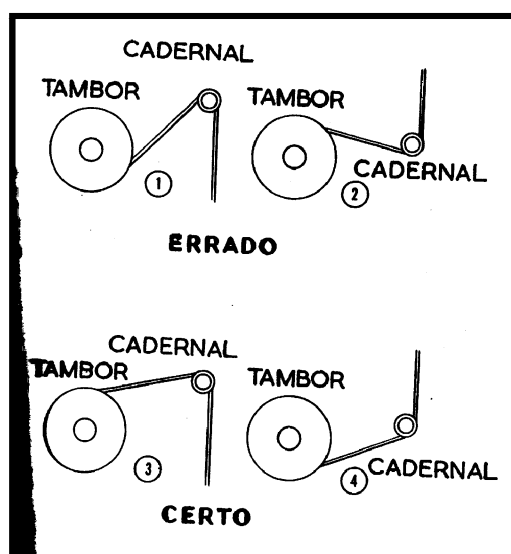



Figura 10. Curvas reversas num cabo de aço

d. Inversão das extremidades

1) Algumas vezes é aconselhável inverter ou aparar as extremidades do cabo, a fim de aumentar-lhe a vida útil. Quando se corta um pequeno comprimento da extremidade de um cabo e se coloca a extremidade nova na guarnição, remove-se a seção que suportou a maior fadiga local. A prática da inversão das extremidades é mais satisfatória, porque, o desgaste e a fadiga num cabo são mais sérios em certos pontos do que em outros. Para inverter as extremidades, solte a extremidade do cabo que prende ao tambor e coloque-a no lugar da outra extremidade. Depois, prenda esta extremidade no tambor. Com esta inversão, as seções do cabo que passam pelos cadernais, mudam de lugar, diminuindo o desgaste. O aparo das extremidades surte efeito semelhante, porém não tão satisfatório.

5. CORRENTES

a. Generalidades

1) As correntes são constituídas de uma série de elos, ligados uns por dentro dos outros. Cada elo é feito de uma vareta ou arame, que é encurvado até tomar a forma oval e depois soldado.

2) A bitola da corrente refere-se ao diâmetro, em polegadas, da vareta usada na confecção do elo.

3) As correntes são muito mais resistentes ao atrito e à corrosão do que o cabo de aço. Temos um exemplo disto, nos trabalhos marítimos, em que usamos correntes nas âncoras. Outro exemplo é o uso de correntes em lingas destinadas a suspender objetos pesados, possuidores de arestas vivas, que certamente cortariam o cabo de aço.

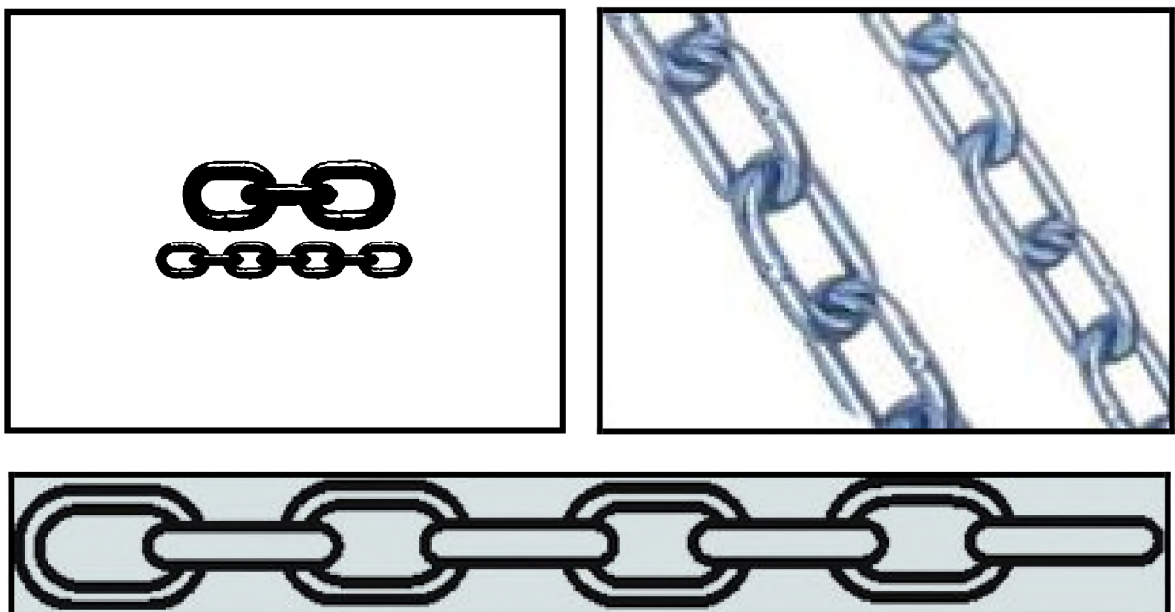



Figura 11. Exemplos de correntes

b. Resistência das correntes

1) O fator de segurança para as correntes é seis.

PROPRIEDADE DAS CORRENTES

BITOLA (Pol)	PESO APROXIMADO (Kg/metro)	CARGA DE SEGURANÇA EM Kg			
		Ferro comum	Ferro de boa qualidade	Aço doce	Aço especial
1/4	1190	230	250	280	560
3/8	2530	610	670	750	1450
1/2	3720	1020	1120	1190	2380
5/8	6400	1500	1700	1900	3400
3/4	8630	2300	2500	2700	4700
7/8	11910	3100	3500	3700	6500
1	15930	4200	4600	4800	8200
1 1/8	18610	4400	4800	5400	9700
1 1/4	23820	5500	6000	6600	11900
1 3/8	27240	6600	7300	8000	14500

OBSERVAÇÕES:

1) A bitola é o diâmetro em polegadas, de um lado do elo.

2) Para a carga de segurança foi adotado um fator de segurança igual a seis. Para obter a carga de ruptura, multiplicar por seis os valores da tabela.

6. MANUTENÇÃO

a. Manutenção de 1º Escalão

1) Inspeção

a) Os cabos de aço devem ser inspecionados freqüentemente e os que estiverem descochados, com cocas, estragados devido ao uso ou corroídos, deverão ser substituídos. A intensidade com que é usado o cabo é que determina a freqüência das inspeções. Um cabo que é usado uma ou duas horas por semana, requer inspeções menos freqüentes do que um cabo que é usado vinte e quatro horas por dia.

b) Numa inspeção correta, observa-se o seguinte:

(1) Número de arames partidos

(a) Deve-se anotar o número de arames rompidos em um passo de cabo (passo é a distância na qual uma perna dá uma volta completa em torno da alma do cabo). Observar se as rupturas estão distribuídas uniformemente ou se estão concentradas em uma ou duas pernas apenas. Neste caso há o perigo dessas pernas se romperem antes do cabo. É importante também observar a localização das rupturas, se são externas, internas ou no contato entre as pernas.

Figura 12. Inspeção dos cabos de aço deve ser freqüente

(2) Arames gastos por abrasão

(a) Mesmo que os arames não cheguem a se romper podem atingir um ponto de desgaste tal que diminua consideravelmente o coeficiente de segurança do cabo, tornando o seu uso perigoso. Na maioria dos cabos flexíveis o desgaste por abrasão não constitui um motivo de substituição se as mesmas não apresentassem arames partidos.

(3) Corrosão

(a) Durante a inspeção deve-se verificar cuidadosamente se o cabo de aço não está sofrendo corrosão. É conveniente também uma verificação no diâmetro do cabo em toda sua extensão, para investigar qualquer diminuição brusca do mesmo. Essa redução pode ser devida à decomposição da alma de fibra por ter secado e deteriorado, mostrando que não há mais lubrificação interna no cabo, e consequentemente poderá existir uma corrosão interna do mesmo. A corrosão interna representa um grande perigo, pois ela pode existir sem que se manifeste exteriormente.

(4) Desequilíbrio dos cabos de aço

(a) Em cabos com uma só camada de pernas e alma de fibra (normalmente cabos de 6 ou 8 pernas + AF) pode haver uma avaria típica que vem a ser uma ondulação do cabo provocada pelo afundamento de 1 ou 2 pernas do mesmo, e que pode ser causada por 3 motivos:

- Fixação deficiente, que permite um deslizamento de algumas pernas, ficando as restantes supertensionadas.
- Alma de fibra de diâmetro reduzido.
- Alma de fibra apodreceu, não dando mais apoio às pernas do cabo.

(b) No primeiro caso há o perigo das pernas supertensionadas se romperem. Nos outros dois casos não há perigo iminente, porém haverá um desgaste desuniforme no cabo e, portanto, baixo rendimento.

© Nos cabos de várias camadas de pernas, como nos cabos não rotativos e cabos com alma de aço, há o perigo da formação de “gaiolas de passarinho” e “hérnias”, defeitos estes que podem ser provocados pelos seguintes motivos:

- Fixações deficientes dos cabos, que possibilitam deslizamentos de pernas ou camadas de pernas, permitindo que uma parte do cabo fique supertensionada e outra frouxa.
- Manuseio e instalação deficiente do cabo, dando lugar a torções ou distorções do mesmo. Os defeitos são graves, obrigando a substituição imediata dos cabos de aço.

(5) Deve-se inspecionar todo o comprimento do cabo para a verificação da existência ou não de nós ou qualquer anormalidade no mesmo que possa ocasionar um desgaste prematuro ou a ruptura do cabo, principalmente junto às fixações.

(6) Considerações

(a) Os pontos gastos, geralmente, se encontram nas partes achatadas e brilhantes dos cabos. Meça alguns destes pontos brilhantes. Se o diâmetro dos fios externos tiver sido reduzido de um quarto ou mais, considere esses pontos como inseguros.

(b) O cabo que tiver fios partidos, poderá apresentar vários pontos fracos. Examine ponto por ponto, para verificar se há um ou vários fios partidos.

(c) Se vários fios próximos estão partidos, haverá uma distribuição irregular da carga neste ponto, tornando o cabo inseguro.

(d) O cabo não oferece segurança, quando 4% dos seus fios apresentam rupturas, numa extensão equivalente a uma cocha do cabo.

(e) Considere o cabo inseguro se encontrar: três fios partidos num cordão de um cabo 6 x 7; seios fios partidos num cordão de um cabo 6 x 19; ou nove fios partidos num cordão de um cabo 6 x 37.

(7) Substituição dos cabos

(a) Mesmo que um cabo trabalhe em ótimas condições, chega um momento em que, após atingir sua vida útil normal, necessita ser substituído em virtude de seu desgaste, de arames rompidos, etc.

(b) Em qualquer instalação, o problema consiste em se determinar qual o rendimento máximo que se pode obter de um cabo antes de substitui-lo, sem colocar em perigo a segurança do equipamento.

(c) Existem instalações em que o rompimento de um cabo põe em risco vidas humanas, como no caso de elevadores e teleféricos de passageiros. Nestes casos existem normas especiais sobre a forma de inspecionar e substituir os cabos de aço.

(d) Nos demais casos em geral, salvo algumas exceções, pode-se determinar a substituição dos cabos em serviço pelo número de arames rompidos visíveis.

(e) Deve-se substituir um cabo de aço em serviço quando o número de arames rompidos visíveis, no trecho mais prejudicado, atinja os limites abaixo.

LIMITES DE FIOS ROMPIDOS PARA SUBSTITUIÇÃO DE CABOS DE AÇO

Nº de fios partidos para usos gerais		**Nº de fios partidos em cabos estáticos**	
1 passo	**1 perna**	**1 passo**	**1 perna**
6	**3**	**2**	**2**

OBSERVAÇÕES.:

1) Esta tabela não se aplica para cabos 6 x 7.

2) O cabo deve ser substituído quando encontra-se um fio partido na região de contato entre as pernas.

2) Cuidados e manejo

a) Enrolamento

1) O cabo de aço solto deve ser enrolado, de modo que não se formem pequenos anéis. Estes pequenos anéis ou torceduras se formam, quando se enrola o cabo na bobina, em sentido contrário àquele em que o cabo gira mais facilmente.

2) O cabo de aço de torcimento à esquerda deve ser enrolado em sentido contrário ao do movimento dos ponteiros de um relógio.

3) O cabo de aço de torcimento à direita deve ser enrolado no sentido do movimento dos ponteiros do relógio.

4) Desfaça todos os anéis à medida que for enrolando o cabo. Não se pode desfazer estes pequenos anéis, esticando o cabo, mas torcendo-o.

b) Desenrolamento

1) Não se deve tentar desenrolar cabo de aço de uma bobina ou rolo estacionário, a fim de evitar a formação de cocas no mesmo. Deve-se sempre fazer girar a bobina ou rolo, para que o cabo desenrole livremente.

2) O processo mais satisfatório para desenrolar cabo de aço de uma bobina, consiste em montar-se a bobina num suporte constituído de um cano e dois montantes. À medida que se puxa o cabo da bobina, a bobina gira, mantendo o cabo esticado.

3) Se for necessário desenrolar um comprimento considerável de cabo de aço de uma bobina, estire-o com algum dispositivo mecânico, tal como um caminhão ou trator. Neste caso, improvise um freio, a fim de evitar que a força viva da bobina de lugar a um desenrolamento excessivo de cabo, em qualquer momento, ocasionando emaranhamentos e formando cocas.

4) Se o cabo de aço constitui um pequeno rolo, ponha o rolo em posição vertical e role-o pelo chão. Seria insensato tentar desenrolar um rolo muito grande de cabo de aço, rolando-o pelo chão, porque ele é difícil de manejar.

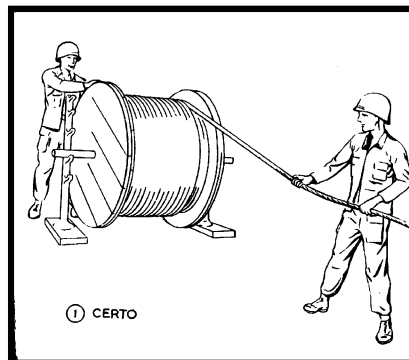



Figura 13. Desenrolamento correto de uma bobina de cabo de aço

Figura 14. Desenrolamento correto de um rolo de cabo de aço

c) Falcassamento

(1) É um processo mais eficiente de rematar as extremidades de um cabo de aço. A falcassa durará tanto quanto se desejar e não há perigo de se enfraquecer o arame com a aplicação de calor. Para falcassar um cabo de aço, enrole arame de ferro recozido no cabo, à mão, apertando as voltas e tesando bastante o arame. Feitas várias voltas em torno do cabo de aço, torça as extremidades do arame, em sentido contrário ao dos ponteiros do relógio, de modo que a parte torcida dos arames fique próxima do meio da falcassa. Aperte a torcedura com uma chave (torquês), para anular a folga. Não tente apertar a falcassa, torcendo as extremidades do arame; aperte-a, repuxando-a com a torquês. Em seguida, aperte novamente a torcedura com a torquês. Repita esta operação quantas vezes for necessário, para apertar a falcassa. Corte as pontas dos arames e dobre a parte torcida sobre o cabo. Há três regras para se determinar o número, o comprimento e o espaçamento da falcassa. Sempre que se obtenha resultado fracionário, deve-se considerar o maior número inteiro.

NÚMERO DE FALCASSAS	**N = 3 D**
ESPAÇAMENTO DAS FALCASSAS	**E = 2 D**
COMPRIMENTO DAS FALCASSAS	**C = 1 a 1,5 D**

OBSERVAÇÃO: “D”, “E”, “C” em polegadas

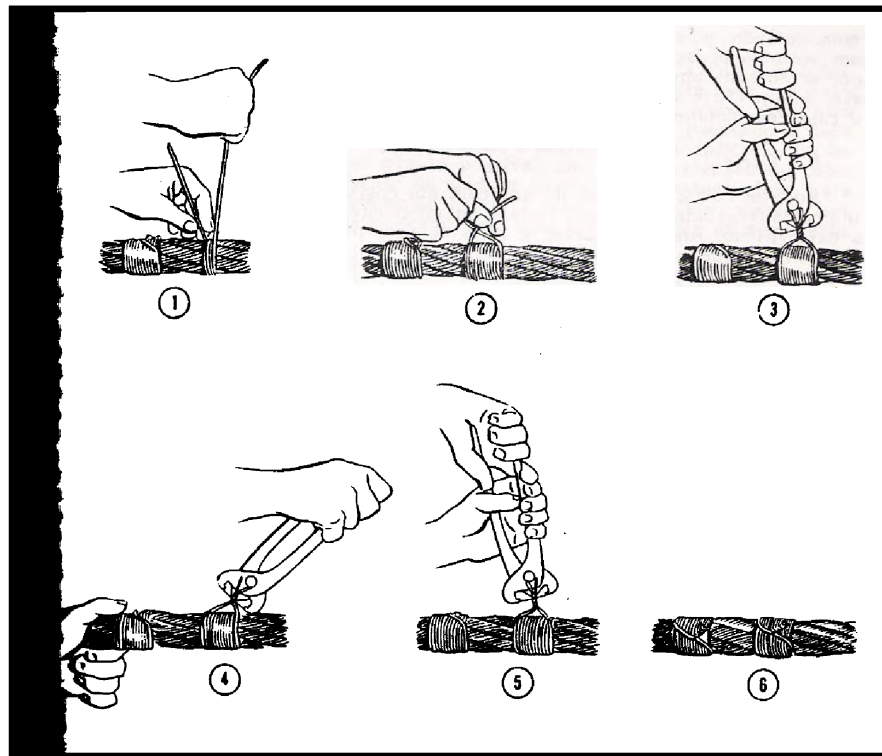



Figura 15. Falcassamento de um cabo de aço

d) Abotoamento

(1) Em alguns casos, quando se tem de prender a extremidade de um cabo a uma guarnição, pode-se abotoar a extremidade do cabo, com o auxílio de duas chaves para canos. Faz-se isto, pondo-se uma chave de cada lado do lugar a ser cortado a atuando-se sobre os cabos das chaves, a fim de apertar os fios. Este processo é temporário e deve ser evitado no caso de se ter de deixar a extremidade do cabo solta.

e) Soldagem

(1) Podem-se arrematar as extremidades de um cabo de aço, fundindo-se ou soldando-se os fios. Este processo é satisfatório, quando aplicado com cuidado, pois não engrossa o cabo e requer pouco tempo. Deve-se retirar um pequeno pedaço do núcleo, na extremidade do cabo, antes de soldá-la, para que se tenha uma solda limpa e o núcleo não seja queimado em grande extensão. A superfície a ser aquecida deve ser a menor possível e só se deve aplicar o calor essencialmente necessário para fundir o metal.

f) Corte

(1) Pode-se cortar um cabo de aço com um cortador de cabo de aço, um corta-frio, uma serra para metais, um corta-cavilhas ou um maçarico de corte a oxiacetileno. Antes de cortar o cabo de aço, prenda firmemente os cordões, para evitar que o cabo descoche. Consegue-se isso por meio de falcassamento (três falcassas separadas para cada lado do corte) ou da soldagem. Ao usar o cortador de cabo de aço, coloque o cabo na base do cortador e por cima dele a navalha, a qual deve assentar sobre as duas

falcassas centrais. Pressione a navalha sobre o cabo e, com a marreta, golpeie rapidamente a cabeça do cortador, várias vezes. O corta-cavilhas serve somente para cabo de diâmetro muito pequeno, porém, o maçarico de corte a oxiacetileno serve para cabo de qualquer diâmetro. O corte de cabos por meio de serra para metal e corta-frio é demorado.

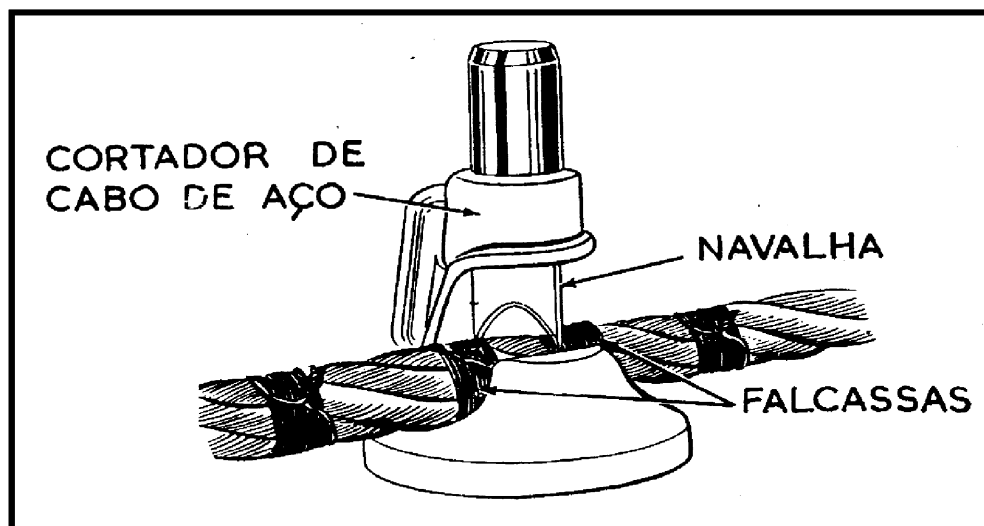



Figura 16. Corte de um cabo de aço

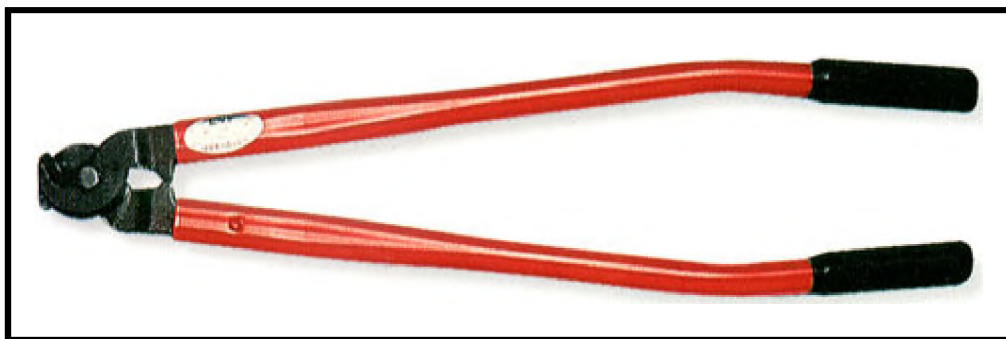



Figura 17. Cortador de cabo de aço de pequeno diâmetro

g) Emendas

(1) A confecção de uma emenda requer trabalho cercado de grande cuidado. Particularmente importante é o perfeito assentamento e a colocação das pernas a serem introduzidas. O tempo ganho na confecção de uma emenda corre sempre em detrimento de sua boa qualidade.

(2) O comprimento de uma emenda deve ser no mínimo de 1000 a 1500 vezes o diâmetro do cabo.

(3) A base essencial do processo de emendar é demonstrado pelo seguinte exemplo:

(a) Emenda de dois cabos de seis pernas, torção regular, preformados. Cabo de 20 mm de diâmetro. Comprimento da emenda 20 x 1200 = 24 metros.

(4) Ambos os cabos serão bem amarrados a cerca de 12 m de distância de suas extremidades (2 x 12 m = 24 m de comprimento necessário para a emenda).

(5) As pernas dos dois cabos serão separadas nas extremidades até o ponto de amarração. As pernas de um dos cabos serão denominadas com as letras “A” a “F” e as do outro com as letras “a” a “f”. As pernas “B”, “D”, “F” e “a”, “c”, “e” serão encurtadas e a alma será cortada à altura da amarração.

(6) As extremidades dos cabos serão empurradas uma contra a outra para ficar a perna “A” do lado da perna “a”, perna “B” ao lado da perna “b”, e assim sucessivamente.

(7) As amarrações serão soltas. A perna “a” será torcida para fora do conjunto num comprimento de 10 m, e a perna “A” será torcida para dentro do respectivo espaço vazio. Da mesma forma se procede com as pernas “B” e “b”.

(8) As pernas “C” e “D” serão torcidas para fora das extremidades dos respectivos cabos, num comprimento de 6 m, e as pernas “e” e “F” num comprimento de 2 m, contados a partir do ponto de junção dos cabos, e as respectivas pernas serão torcidas para dentro dos espaços anteriormente esvaziados.

h) Emendas com clipes de aço

(1) Quando prendemos um cabo, obedecemos a uma fórmula que nos dá o número de clipes em relação ao diâmetro e o espaçamento entre os clipes.

Figura 18. Modelos de clipes de cabo de aço

NÚMERO DE CLIPES	N = 3 D + 1
ESPAÇAMENTO DOS CLIPES	E = 6 D

OBSERVAÇÃO:
(a)"D", "E" em polegadas
(b) Aproximação para mais

i) Formação de cocas

(1) Quando se maneja um cabo de aço solto, formam-se, freqüentemente, pequenos anéis na parte bamba do cabo. Se o cabo for tesado ainda com os anéis, estes não desaparecerão, mas formarão cocas bruscas, provocando o descochamento do cabo. Todos esses anéis devem ser desfeitos, antes de se aplicar uma carga no cabo. Formada uma coca num cabo de aço é impossível removê-la; a resistência do cabo fica seriamente prejudicada, no ponto em que a mesma se formou. Se um cabo apresenta cocas, deve-se corrigir a parte atingida, antes de usá-lo novamente no içamento de cargas.

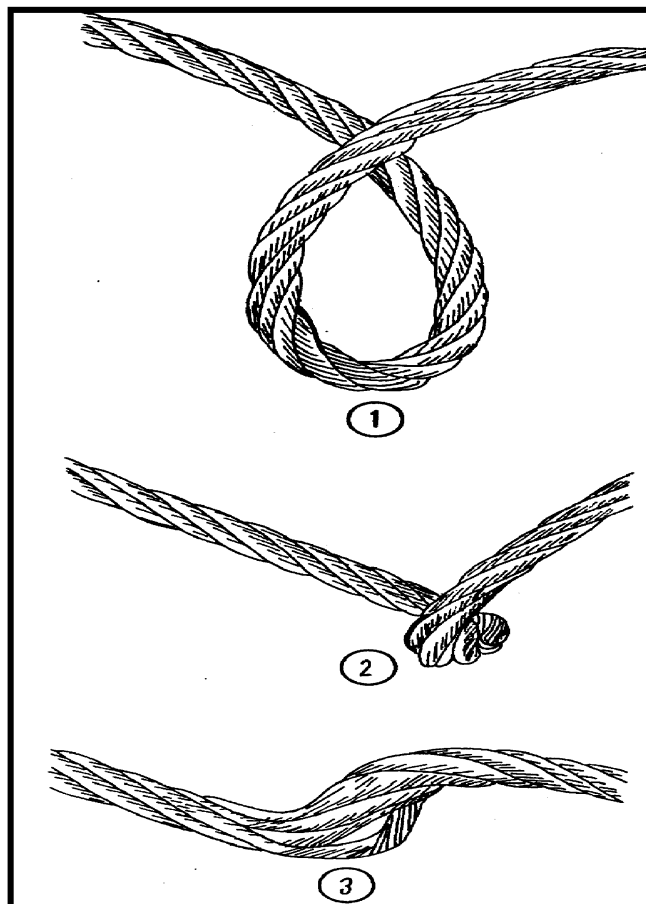



Figura 19. Formação de cocas num cabo de aço

3) Manutenção para armazenagem

a) Lavar o cabo após o uso, retirando terra, areia e vegetação.

b) Escovar o cabo com uma escova de aço, retirando pequenas partículas entre os cordões e a ferrugem. A escovação tem por objetivo retirar os excessos de lubrificante velho, permitindo a passagem do lubrificante novo entre os sulcos.

c) Lubrificar o cabo com óleo diferencial filtrado. Não utilizar óleo fino, graxa ou óleo diesel. A lubrificação deve ser realizada com o auxílio de uma trincha, ou passando o cabo por dentro de um vasilhame que contenha o óleo lubrificante

d) A lubrificação deverá ser uniforme em toda a extensão do cabo e deverá ser realizada antes do cabo ser armazenado.

e) Para a lubrificação, se possível, utilizar o óleo recomendado pelo fabricante. Para conservação dos cabos indica-se os lubrificantes "C3F" e "C6F", preparados pela CIMAF. O tipo "C3F" é aplicado a frio, dando camada leve e o "C6F" também aplicado a frio, dando camada grossa. A embalagem normal desses lubrificantes é de 18 Kg.

f) Se o cabo é usado eventualmente, ficando muito tempo sem emprego, é recomendável uma lubrificação pesada "C6F".

4) Armazenagem

a) Um cabo de aço a ser armazenado, deve ser enrolado numa bobina e convenientemente etiquetado, devendo a etiqueta mencionar a bitola e o comprimento.

b) O cabo deve ser armazenado em local seco, para diminuir a corrosão e mantido afastado das substâncias químicas e fumaças, as quais poderiam atacar o metal.

c) Não guardar o cabo em local úmido ou molhado, protegendo-o da ferrugem, da corrosão e deterioração do núcleo de fibra.

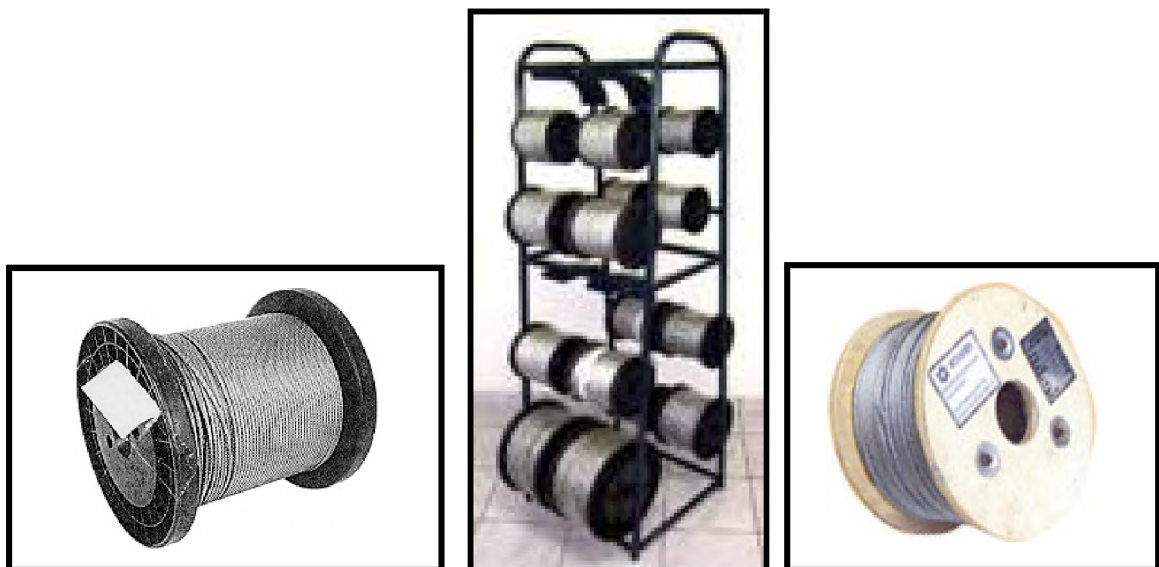



Figura 20. Exemplos de armazenamento de cabos de aço

7. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Exército Brasileiro. **Cabo de Aço**. Pontes. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, p. 36-49, 19?

BRASIL. Exército Brasileiro. **Emprego de Cabos de Aço.** Boletim Técnico da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: EGGCF, n. 20, p. 50-63, 1993.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual Técnico de Aparelhos de Força – T5-725**. Rio de Janeiro: EGGCF, 1957.

BRASIL. Exército Brasileiro**. Vade-Mecum de Engenharia, C 5-34.** Brasília: EGGCF, 1983.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Cabo de Aço**. Pontes Leves e Pesadas. 1998.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Cabo de Aço**. Transposição de Cursos de Água. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, 1995.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

ANCORAGEM

1. INTRODUÇÃO

Em princípio, não há uma norma rígida que determine o sistema de ancoragem que deve ser empregado para ancorar uma ponte flutuante, já que as condições do terreno são absolutamente diversificadas. Entretanto, serão abordados princípios gerais mencionados nos manuais correntes, que podem ser adaptados aos casos concretos. É necessário salientar a valiosa contribuição do bom senso e a necessidade de acrescentar, sempre, uma cautelosa margem de segurança, quer no planejamento, quer na montagem, quer na manutenção.

Cada equipagem de pontes, normalmente, possui o seu material de ancoragem. Sua dotação é especifica e prevista nos catálogos de suprimento.

O efetivo necessário para a construção dos diversos sistemas de ancoragem é variável, dependendo de diversos fatores e do vulto dos trabalhos.

A segurança dos suportes flutuantes é conseqüência da boa manutenção dos sistemas de ancoragem.

Para emprego de sistemas de ancoragem deverão ser utilizados os manuais técnicos das equipagens de ponte.

Figura 1. Instalação de cabo-guias numa torre de ancoragem M4T6

2. PONTOS DE AMARRAÇÃO

a. Generalidades

Os pontos de amarração naturais, temporários ou permanentes, podem ser usados para amarrar estais. Sempre que possível, devem-se usar pontos de amarração naturais, tendo em vista a rapidez e a economia. Os pontos de amarração temporários incluem estacas, gatos, toros e vigas de aço. Os pontos de amarração permanentes podem ser constituídos de peças de aço embutidas em concreto, ligadas a estruturas permanentes. O ponto em que o estai se liga a um ponto de amarração deve ser tão próximo do solo quanto possível. O estai deve sair do ponto de amarração, tão paralelo ao solo quanto possível, a fim de evitar que este seja arrancado do solo. É melhor usar um ponto de amarração constituído de dois ou mais elementos do que um só, porque o tipo múltiplo distribui a carga pelo solo. Ao ligarem-se as estacas de um ponto de amarração, deve-se ligar um ponto alto de uma a um ponto baixo, junto ao solo, da que lhe fica atrás.

b. Pontos de amarração naturais

1) Árvores, tocos ou rochas podem servir de pontos de amarração naturais, num trabalho rápido no campo. Amarre, sempre, os cabos nas árvores ou tocos, junto ao solo. Evite usar uma árvore ou toco apodrecido, ou uma árvore seca, como ponto de amarração, porque tais pontos podem ceder no momento em que se aplicar força ao cabo. É sempre aconselhável, amarrar a primeira árvore ou toco ao segundo, a fim de proporcionar um suporte adicional ao cabo.

2) Quando usar rochas, como pontos naturais de amarração, examine-as cuidadosamente, a fim de verificar se são grandes e se estão firmemente engastadas no solo. Um afloramento da rocha, ou um pedregulho pesado, colocado no solo, servirá como ponto de amarração satisfatório.

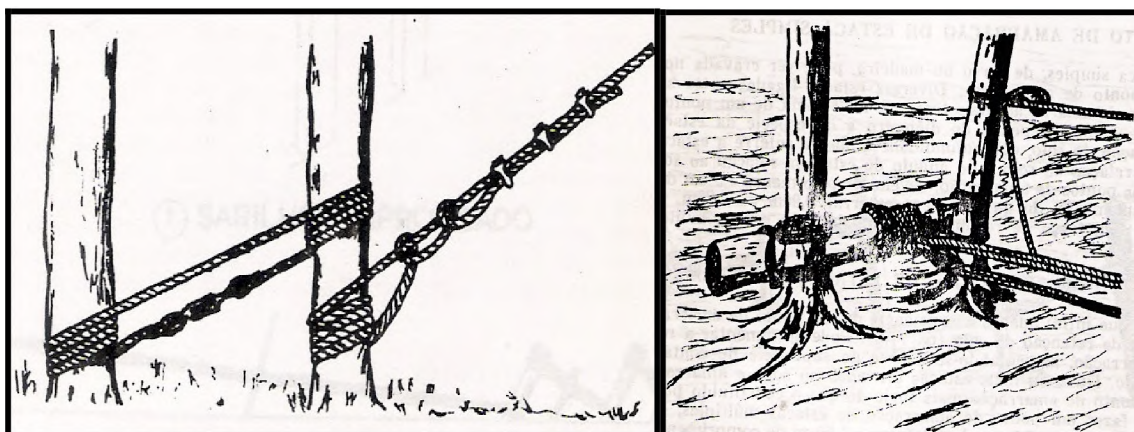



Figura 2. Ponto de amarração natural em árvores

Figura 3. Ponto de amarração natural em rocha

c. Ponto de amarração de estaca simples

1) Uma estaca simples, de ferro ou madeira, pode ser cravada no solo, constituindo um ponto de amarração. Diversas estacas ligadas entre si proporcionam um ponto de amarração mais forte. A resistência de um ponto de amarração de estaca simples depende do diâmetro e da espécie da estaca usada, da força de retenção do solo, da profundidade a que se enterre a estaca, do ângulo da estaca em relação ao solo e do ângulo do estai em relação ao solo. As estacas usadas nos pontos de amarração devem ter pelo menos 7,5 cm de diâmetro e 1,50 metro de comprimento, do qual se deve enterrar 0,90 ou 1,20 m. Tais pontos de amarração têm força de retenção satisfatória para cargas muito leves.

d. Pontos de amarração de estacas múltiplas

1) Um fator que influi quanto à resistência de um ponto de amarração de estacas é o poder de retenção do solo. Pode-se aumentar a resistência do ponto de amarração, aumentando-se a área da superfície de contato das estacas com o solo. Duas ou mais estacas cravadas no solo, e amarradas entre si, formam um ponto de amarração mais forte do que o constituído por uma única estaca.

2) Para fazer um ponto de amarração de estacas múltiplas, tome estacas redondas de pelo menos 7,5 cm de diâmetro e 1,50 m de comprimento e crave-as cerca de 0,90 m, no solo, espaçando-as de 0,90 a 1,80, em linha com o estai. Amarre um cabo de fibra à primeira estaca, por meio de um nó de barqueiro e faça de 4 a 6 voltas com ele em torno da primeira e da segunda estaca, do pé da segunda à cabeça da primeira. Depois, amarre o cabo à segunda estaca, por meio de um nó de barqueiro, logo acima das voltas. Em seguida, introduza um arrocho entre as voltas do cabo, o qual é cravado no solo. Depois, faça a amarração semelhante entre as segunda e terceira estacas. Se usar cabo de aço na amarração, serão necessárias apenas duas voltas completas em torno de cada par de estacas. Se não dispuser nem de cabo de fibra nem de cabo de aço para a amarração, poderá

colocar tábuas, da cabeça da primeira estaca ao pé da segunda, pregando-as firmemente em cada estaca.

3) A parte principal da resistência de um ponto de amarração de estacas múltiplas é a resistência da primeira estaca ou a estaca dianteira. Para aumentar-se a área de contato desta primeira estaca com o solo, crave três ou quatro estacas no solo, junto a ela. Estas estacas são amarradas umas às outras, e depois, são amarradas a um segundo grupo de estacas, que por sua vez é amarrado a um terceiro grupo. Boas estacas de freixo, instaladas conforme foi descrito acima, devem suportar as frações que se lhe aplicarem, em solos margosos e firmes.

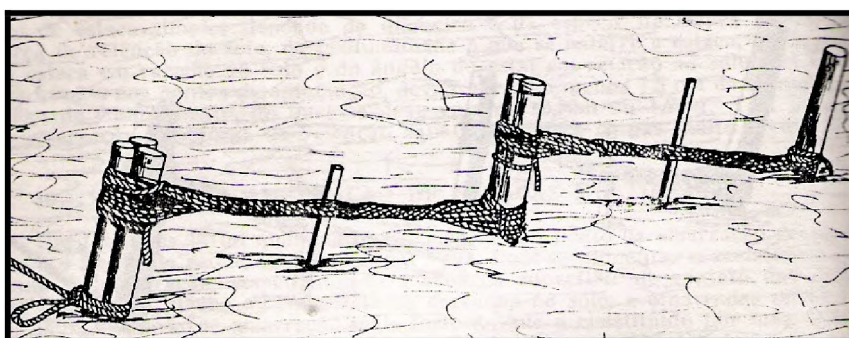



Figura 4. Ponto de amarração de estacas múltiplas: 3-2-1

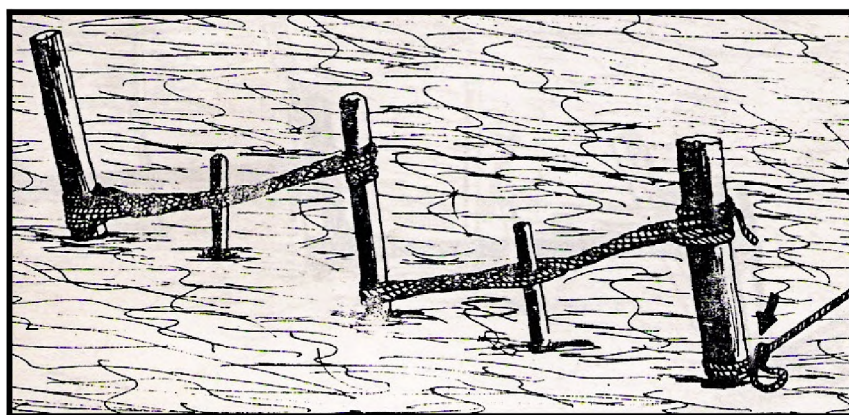



Figura 5. Ponto de amarração de estacas múltiplas: 1-1-1

RESISTÊNCIA DOS PONTOS DE AMARRAÇÃO DE ESTACAS

TIPO	SOLO FIRME	SOLO ÚMIDO ARGILA/CASCALHO	ARGILA ÚMIDA OU AREIA
Estacas simples	300 Kg	270 Kg	150 Kg
Estacas dispostas: 1-1	600 Kg	540 Kg	300 Kg
Estacas dispostas:1-1-1	800 Kg	720 Kg	400 Kg
Estacas dispostas: 2-1	900 Kg	810 Kg	450 Kg
Estacas dispostas: 3-2-1	1800 Kg	1620 Kg	900 Kg

e. Pontos de amarração de estacas de aço

1) Pode-se fazer um ponto de amarração de estacas de aço. Ele consiste de uma placa de aço em forma de caixa, provida de nove furos e de uma alça de aço soldada numa extremidade, para a amarração do estai (placa de ancoragem/peça de ancoragem). As estacas são de aço e são introduzidas nos furos, de modo que fiquem presas no solo. Os pontos de amarração de estacas de aço servem, especialmente, para a amarração de cabos horizontais, tais como os cabos de ancoragem de uma ponte.

2) Se desejar-se uma ancoragem mais resistente, pode-se usar duas ou mais destas unidades combinadas. Pode-se improvisar um ponto de amarração semelhante com uma corrente (corrente de ancoragem), introduzindo-se estacas de ferros nos elos da mesma, em ziguezague. As estacas traseiras devem ser cravadas em primeiro lugar, a fim de firmarem a extremidade da corrente e as seguintes devem sê-lo, de modo que não haja folga na corrente, entre as estacas.

3) Pode-se construir um ponto de amarração de estacas de aço, amarradas uma às outras, com cabo de aço, tal como se faz nos pontos de amarração de estacas de madeira.

4) Pode-se obter um ponto de amarração de expediente, cravando-se no chão estacas leves de aço, de tipos diversos e amarrando umas às outras, com cabo de aço.

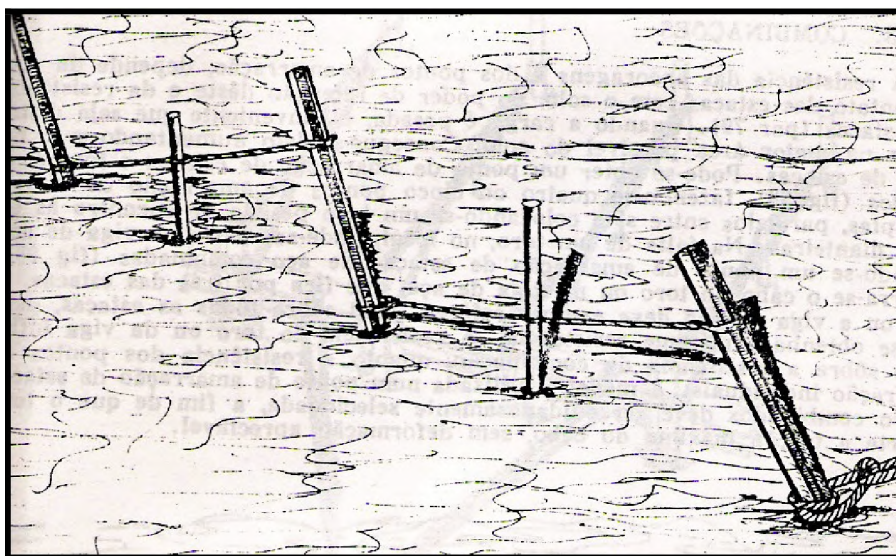



Figura 6. Ponto de amarração de estacas de aço

f. Pontos de amarração em rocha

1) Pode-se fazer um ponto de amarração numa rocha, furando-a em vários pontos e colocando-se alavancas nos furos. As alavancas são amarradas, umas às outras, com correntes, que transmitem o esforço. Os furos devem ser feitos na direção do cabo e espaçados de 0,90 m. O furo dianteiro, o primeiro, pode ter de 0,75 m a 0,90 m de profundidade e o furo traseiro - 0,60 m. Os furos devem ser um pouco inclinados, em direção contrária à tração.

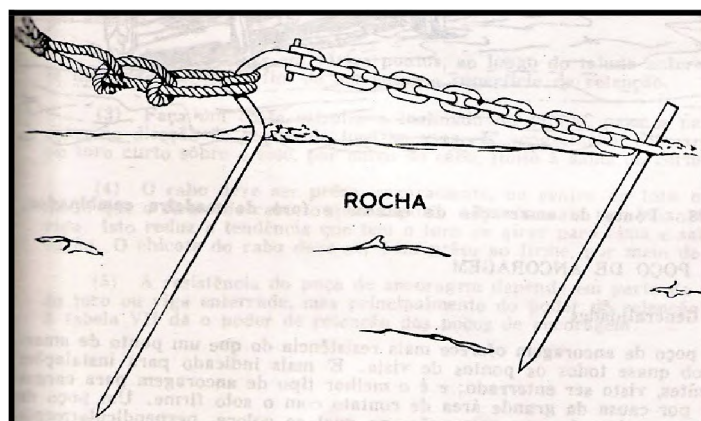



Figura 7. Ponto de amarração em rocha

g. Combinações

1) A resistência das ancoragens e dos pontos de amarração, depende da área de contato das estacas com o solo, do poder de retenção deste e da resistência das estacas. Quando a carga é pesada, é conveniente que seja distribuída na maior área possível do solo. Consegue-se isso aumentando o número de estacas.

2) Pode-se obter um ponto de amarração de estacas e toros combinados, fazendo-se quatro ou cinco pontos de amarração de estacas múltiplas paralelos entre si e colocando-se um toro pesado de encontro às estacas dianteiras. Na falta de um toro, no local, pode-se usar uma viga de aço, obtendo-se um ponto de amarração de estacas combinadas. Amarra-se o cabo no toro ou viga, que fica por trás das estacas. O toro ou a viga de aço deve exercer esforço igual sobre todas as estacas, para que se obtenha a máxima resistência. A resistência do toro ou da viga influi tanto sobre a resistência da combinação¸ quanto a resistência dos pontos de amarração individuais. A madeira utilizada num ponto de amarração de estacas e toro combinados deve ser cuidadosamente selecionada, a fim de que o toro suporte a tração máxima do cabo, sem deformação apreciável.

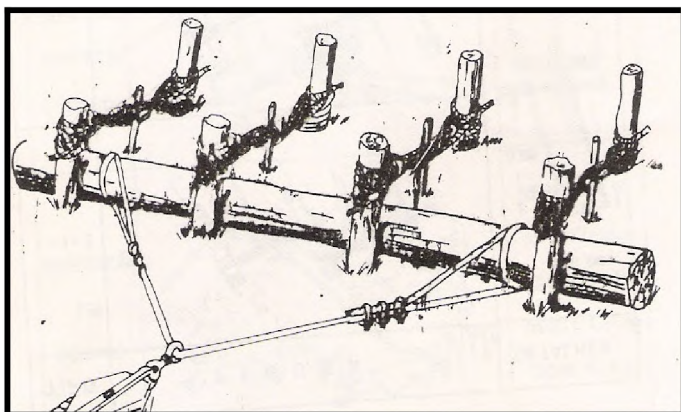



Figura 8. Pontos de amarração combinados de estacas e toro de madeira

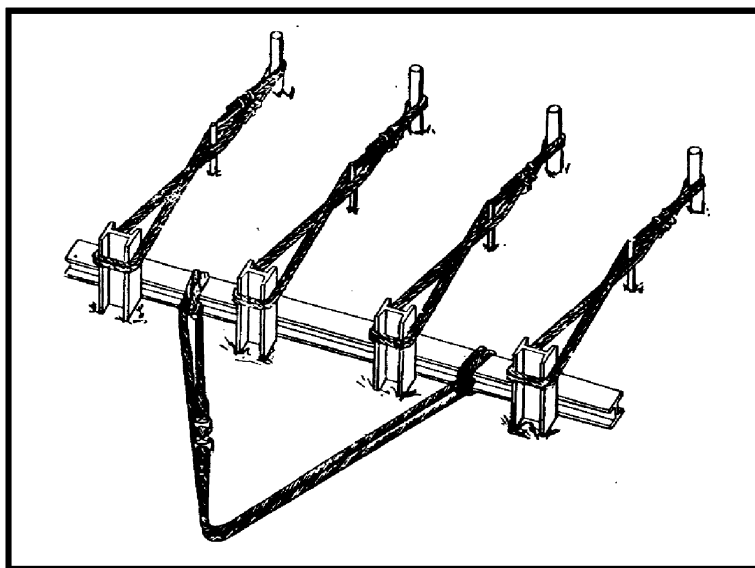



Figura 9. Ponto de amarração combinado de estacas e viga de aço

h. Poço de ancoragem

1) Generalidades

a) Um poço de ancoragem oferece mais resistência do que um ponto de amarração, sob quase todos os pontos de vista. É mais indicado para instalações permanentes, visto ser enterrado; e é o melhor tipo de ancoragem para cargas pesadas, por causa da grande área de contato com o solo firme.

b) Um poço de ancoragem consiste de uma escavação, na qual se coloca, perpendicularmente à direção da tração, um toro uma viga de aço ou outro objeto semelhante ao centro do qual se amarra um cabo. Nas instalações permanentes, pode haver a necessidade de um dispositivo para afrouxar ou apertar os cabos, tal como um torniquete, ao solo.

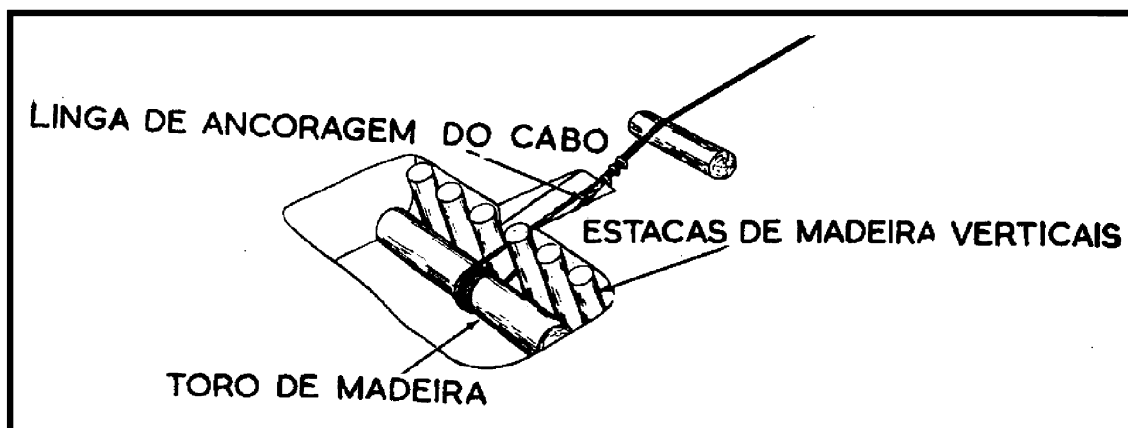



Figura 10. Poço de ancoragem de toro de madeira

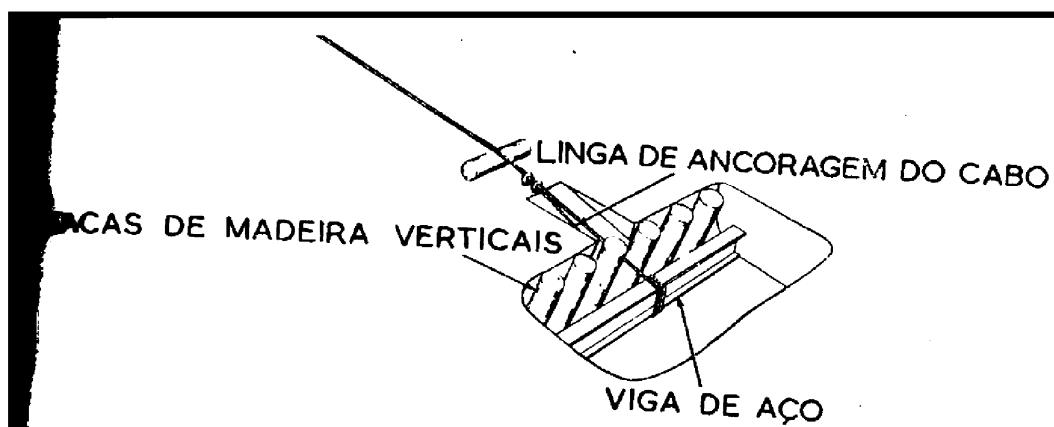



Figura 11. Poço de ancoragem de viga de aço

2) Instalações

a) O poço deve ser suficientemente profundo, a fim de que haja bom contato com o solo firme. Para que a superfície firme da terra seja utilizada ao máximo, corte o talude anterior, na direção do cabo, de modo que ele forme um ângulo de cerca de 15º com a vertical.

b) Crave estacas em vários pontos, ao longo do talude anterior, à frente do toro ou da viga, a fim de aumentar a superfície de retenção.

c) Faça um corte estreito e inclinado no talude, para a passagem do cabo, na direção do centro do toro ou viga. É aconselhável colocar uma viga ou toro curto sobre o solo, por baixo do cabo, junto à saída do corte inclinado.

d) O cabo deve ser preso, seguramente, no centro do toro ou viga, de modo que firme o cabo, o qual suporta a tensão, saia por baixo do toro ou viga. Isto reduz a tendência que tem o toro de girar para cima e sair da escavação. O chicote do cabo deve ser bem preso ao firme, por meio de clipes de aço (grampos).

e) A resistência do poço de ancoragem depende em parte da resistência do toro ou viga enterrada, mas principalmente do poder de retenção da terra.

PODER DE RETENÇÃO DOS POÇOS DE ANCORAGEM EM TERRENO COMUM

Profundidade média da ancoragem, em metros	Inclinação da tração (vertical para horizontal) e resistência máxima da área projetada do poço de ancoragem, em Kg por m².				
	Vertical	1/1	1/2	1/3	1/4
0,90	2900	4600	6300	7000	7300
1,20	5100	8500	10700	12600	13000
1,50	8200	13600	17500	19400	19900
1,80	11600	18400	24800	28200	29000
2,10	15500	24800	34000	38800	40800

FÓRMULA PARA O DIMENSIONAMENTO DA VIGA DE MADEIRA

VIGA DE MADEIRA DE SEÇÃO RETANGULAR	$T = \frac{187,6\ bh^2}{L}$
VIGA DE MADEIRA DE SEÇÃO CIRCULAR	$T = \frac{112,6\ d^2}{L}$

Convenção.

T= Tração máxima admissível no cabo, em Kg
b = Largura da face de contato da viga, em cm
h = Profundidade da viga na direção da tração, em cm.
d = Diâmetro de uma viga de seção circular, em cm
L = Comprimento da viga, em cm

i. Montículo

1) Isolar um montículo de três a cinco metros de diâmetro, por meio de uma valeta circular tendo 0,50 de largura e profundidade.

2) No local onde vai sair o cabo de tração, devemos cavar um rego, para facilitar a saída.

3) Encostar contra o montículo alguns pedaços de tábuas, para repartir a pressão da corda e amarrar esta ao montículo por meio de um nó corrediço.

4) Pessoal necessário: um graduado e cinco soldados.

5) Tempo necessário: vinte minutos.

6) Material: 15 tábuas de 0,50 x 0,30 x 0,30, um cabo de âncora e um cordel.

7) Ferramentas: 2 picaretas, 2 enxadões, 2 pás, 1 serrote e 1 metro articulado.

j. Âncora de esforço para cima

1) Fazer uma escavação com as seguintes dimensões: 1,00 x 0,80 x 0,80 m e um rego no lugar onde a haste da âncora deve passar, de modo que a mesma fique na direção do esforço de tração.

2) Colocar um pranchão na parede vertical, onde um dos braços da âncora vai se apoiar, introduzir pedaços de paus roliços, no espaço vago deixado entre eles.

3) Cravar uma estaca de cada lado da haste, junto ao pranchão e duas outras pela frente do corpo da âncora.

4) O cabo de tração é amarrado no anete da âncora.

5) Pessoal necessário: 1(um) graduado e três soldados.

6) Material: 1 âncora, 4 estacas de 1,20 x 0,80 m, 1 tábua de 1,00 x 0,30 x 0,30 m, 6 paus roliços de 1,00 x 0,10 m e 1 amarra ou cabo de âncora.

7) Ferramentas: 1 maço ou marreta, 1 picareta, 1 enxadão, 1 enxó, 2 pás e 1 metro.

l. Âncora de esforço para baixo

1) O modo de construir, material, pessoal, são idênticos ao anterior, somente a escavação deve ter as seguintes dimensões: 1,00 x 0,40 x 0,40 m.

m. Painel Bailey com unha

1) Os painéis Bailey são utilizados como âncoras reforçadas expeditas, no sistema de ancoragem por âncoras.
2) As unhas de aço são peças de aço tração, que são fixadas à mesa do painel Bailey, quando forem utilizados como âncoras reforçadas. Para a fixação das unhas são utilizados parafusos de unha.

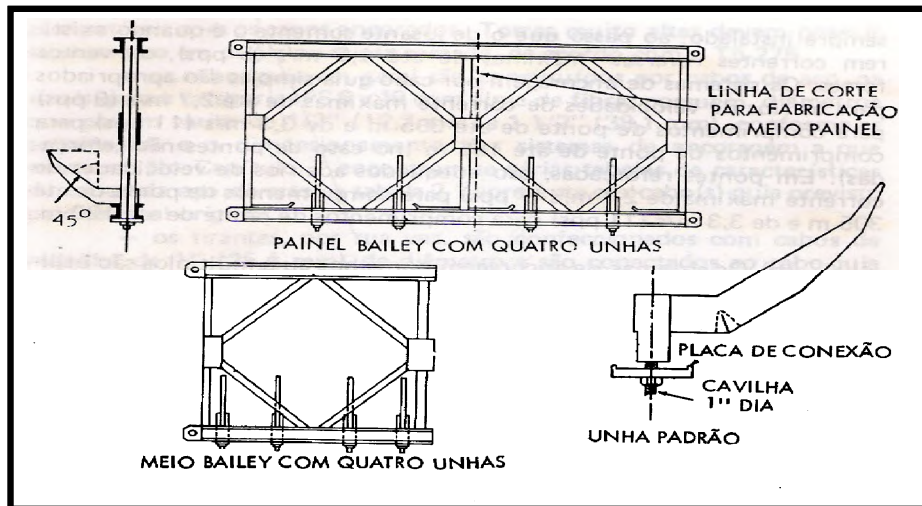



Figura 12. Painel Bailey com unha

n. Peças de ancoragem

1) As peças de ancoragem normalmente pertencem as equipagens de ponte.

Figura 13. Um exemplo de peça de ancoragem de equipagem de ponte

Figura 14. Um exemplo de peças de ancoragem de equipagem de ponte

n. <u>Correntes de ancoragem</u>

1) As correntes de ancoragem normalmente pertencem a equipagens de pontes.

Figura 15. Um exemplo de corrente de ancoragem

3. SISTEMAS DE ANCORAGEM

a. Fatores determinantes da quantidade e do tipo de sistema de ancoragem

1) Velocidade da correnteza.
2) Altura das margens.
3) Tipo do solo.
4) Declividade das margens.
5) Largura do vão.
6) Leito do rio.

b. Tipos de sistemas de ancoragem

1) Sistema de ancoragem na margem, por meio de cabos direcionais.
2) Sistema de ancoragem no leito do rio através de âncoras.
3) Cabo-guia ou cabo aéreo.
4) Sistema expedito.
5) Sistema combinado.
6) Sistema de ancoragem com embarcação de manobra.

c. Sistema de ancoragem na margem - cabos direcionais

1) Descrição

a) São lançados, inicialmente, cabos de amarração, que saem da ponte em direção aos dormentes ou pontos de amarração naturais, que servem para prender a ponte durante a montagem, sendo depois incorporados ao sistema final de ancoragem. Deve-se manter 45º em relação ao eixo da ponte. Os cabos devem ser mantidos tensos e acima da água.

b) Velocidade máxima da correnteza: 0,9 metros por segundo

c) Largura do vão: pequena.

2) Instalação

a) Montante

(1) São desenrolados da margem e atravessados ao longo da ponte. Um homem, colocado um suporte sim, um suporte não, mantém o cabo fora da água. Os cabos são amarrados nas ábitas dos pontões.

(2) Instalação: a cada seis suportes.

b) Montante e jusante

(1) Para evitar interferência com a operação da embarcação de manobra, os cabos de jusante são mais facilmente instalados depois de ser construída a ponte. São empregados com pequenas correntezas reversas.

(2) Instalação: a cada seis suportes de montante e a cada dez suportes de jusante.

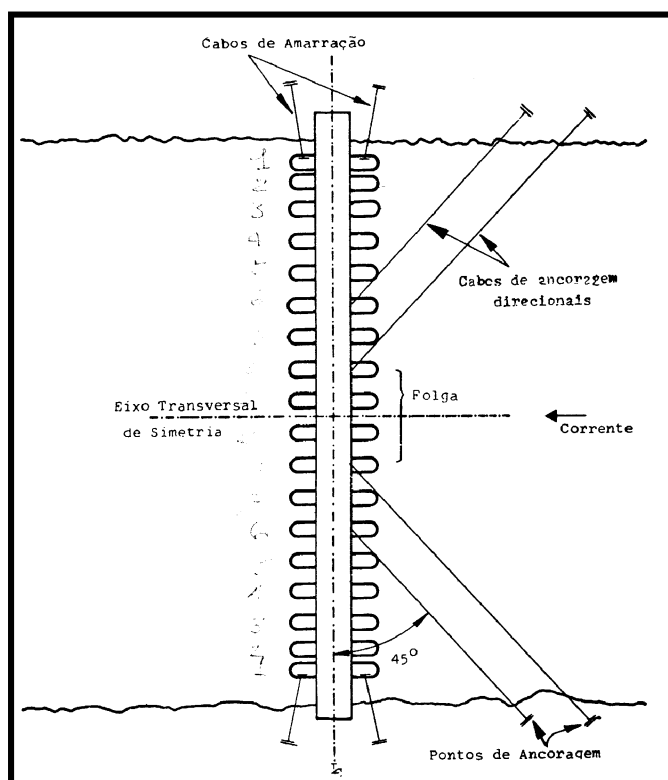



Figura 16. Sistema de ancoragem na margem - cabos direcionais a montante

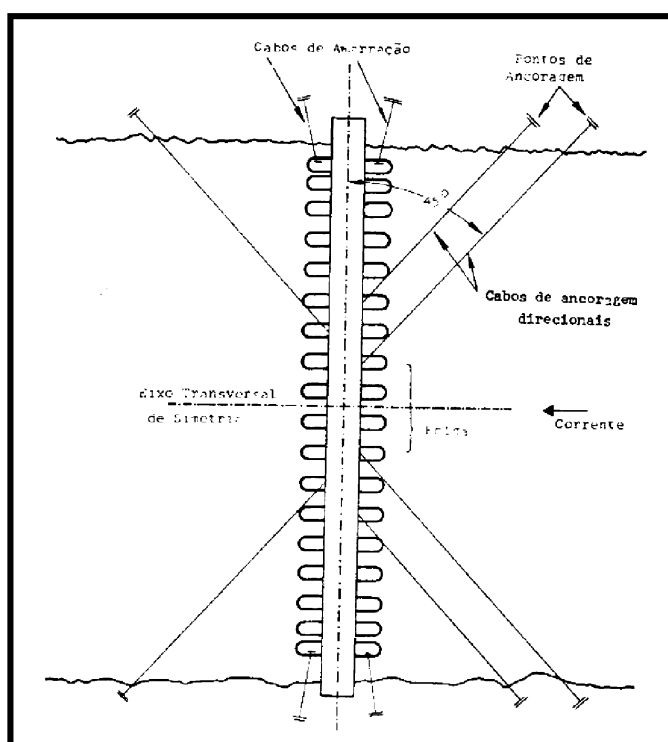



Figura 17. Sistema de ancoragem na margem - cabos direcionais a montante e jusante

c) Reforçado

(1) São empregados em casos de correntes reversas da mesma ordem de grandeza que a corrente principal, porém menores que 0,9 m/s.

(2) Instalação: a cada seis suportes de montante e a cada seis suportes de jusante.

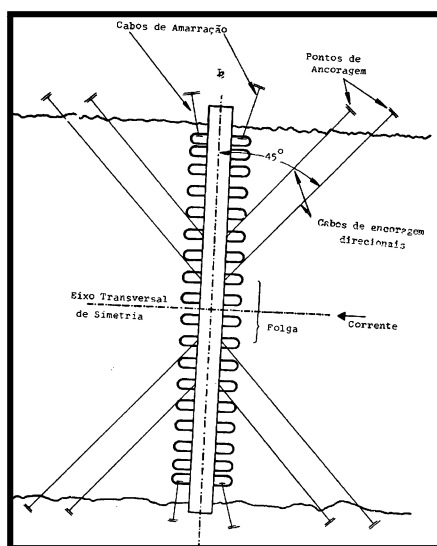



Figura 18. Sistema de ancoragem na margem - cabos direcionais reforçado

d) Cabos de amarração

(1) São colocados à montante e à jusante no primeiro suporte flutuante, em ambas as margens. São cabos de 1” (25,4 mm) de diâmetro colocados com o propósito de evitar o deslizamento longitudinal da ponte, por ocasião do impacto produzido pelas viaturas que ingressam na ponte.

e) Pontos de ancoragem dos cabos direcionais

(1) São construídos tão logo iniciem os trabalhos de construção da ponte.

f) Tesamento dos cabos

(1) Devem ser instalados de forma que formem um ângulo de 45° com o eixo longitudinal da ponte.

(2) Podem ser utilizados botes com dispositivos para desenrolar as bobinas de cabos ou utilizar o tabuleiro da ponte já montado.

(3) São instalados à medida que a ponte vai sendo construída e são tesados apenas o suficiente para segurar a ponte. Depois de “fechada” a ponte, tesar simultaneamente os quatro cabos de amarração dos primeiros suportes flutuantes de 1ª e 2ª margens para impedir qualquer movimento longitudinal. Após o que deverão ser tesados os cabos restantes para manter a ponte alinhada. Durante o tesamento deve haver um controle visual, de modo a garantir uma manobra equilibrada e uma seqüência racional.

(4) São colocados suportes intermediários caso os cabos fiquem submersos na água.

3) Planejamento

a) Dados técnicos necessários

(1) Comprimento da ponte.

(2) Número de suportes flutuantes.

(3) Tipo de solo das margens.

(4) Altura das margens.

(5) Nível do lençol freático.

b) Dimensionamento necessário

(1) Comprimento dos cabos de amarração: 15 a 20 metros.

(2) Determinação dos suportes nos quais serão fixados os cabos direcionais.

(3) Comprimento dos cabos de ancoragem direcionais.

(4) Locação dos pontos de ancoragem dos cabos direcionais.

(5) Dimensionamento dos pontos de ancoragem dos cabos direcionais.

(6) Determinação do número de suportes para cada cabo de ancoragem direcional: um suporte para 60 metros de cabo (margens até 3 m) e um suporte para cada 90 metros de cabo (margens superiores a 3 m).

c) Pessoal

(1) Destacamento de construção e instalação dos pontos de ancoragem.

(2) Destacamento de lançamento e fixação dos cabos direcionais.

d. <u>Sistema de ancoragem no leito do rio através de âncoras</u>

1) Descrição

a) No sistema de ancoragem por âncoras, a ponte é mantida no seu eixo longitudinal por meio de âncoras cravadas no leito do rio, ligadas aos respectivos suportes flutuantes. Depende da natureza do leito do rio para poder ser eficaz. Somente terá êxito quando o leito for composto de areia, lodo, cascalho ou outro material no qual a unha da âncora possa segurar-se. Em fundos duros, âncoras não podem ser usadas. O ângulo da âncora influencia no poder de retenção da mesma. Vistorias periódicas nas âncoras devem ser efetuadas.

b) Velocidade máxima da correnteza: 0,9 m/s.

c) Largura do vão: qualquer.

d) Comprimento do cabo de âncora: dez vezes a profundidade.

e) Ângulo ideal da âncora: 45° (patas largas e grandes).

f) Tipos de âncoras: equipagem, painéis Bailey providos de unha de aço.

g) Diâmetro do cabo de âncora: 1” (25,4 mm).

2) Instalação

a) Montante

(1) Instalação: em todos os suportes.

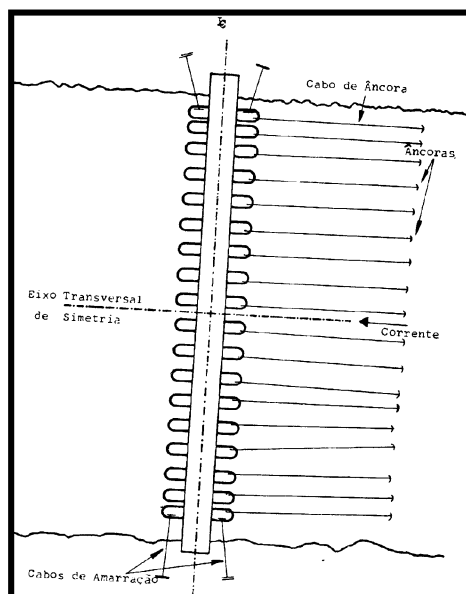



Figura 19. Sistema de ancoragem no leito do rio – âncoras a montante

b) Montante e jusante

(1) São empregados quando coexistem correntes reversas perceptíveis.

(2) Instalação: em todos os suportes de montante e a cada dois suportes de jusante.

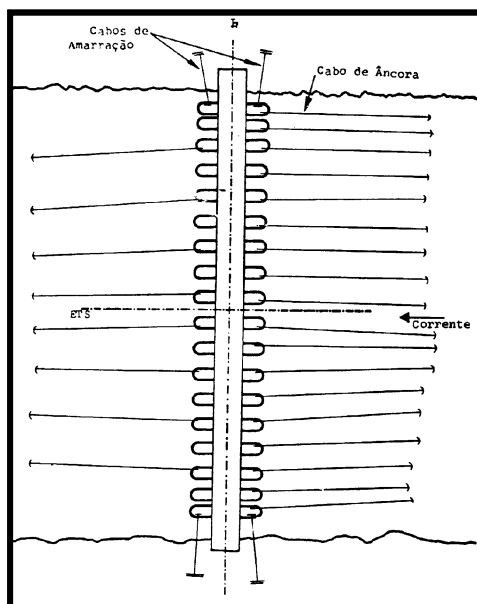



Figura 20. Sistema de ancoragem no leito do rio – âncoras a montante e jusante

c) Cabos de amarração

(1) São colocados à montante e à jusante no primeiro suporte flutuante, em ambas as margens.

d) Âncoras

(1) Transferência da âncora e do cabo de âncora do tombadilho do suporte flutuante a ser ancorado, para a embarcação de manobra ou bote. Os suportes flutuantes já estão aparelhados com âncora e cabo.

(2) A embarcação que irá lançar a âncora, desloca-se até uma distância de aproximadamente 50 metros do suporte, à montante ou jusante, conforme o caso. As âncoras devem ser lançadas de modo que a “pata” se crave perpendicularmente ao leito do rio.

(3) A âncora deve ser testada antes de ser utilizada no sistema de ancoragem. Caso contrário deverá ser levantada e relançada noutro local próximo e novamente testada.

(4) Após o lançamento, a embarcação leva a extremidade livre do cabo de âncora até o suporte flutuante, ao qual será conectado. Os cabos de âncora são tesados paulatinamente, de modo a manterem a ponte no seu eixo longitudinal.

3) Planejamento

a) Dados técnicos necessários

(1) Comprimento da ponte.

(2) Número de suportes flutuantes.

b) Dimensionamento necessário

(1) Número de cabos de âncora e âncoras.

(2) Comprimentos dos cabos de âncora: 60 metros (normalmente).

c) Pessoal

(1) Destacamento de instalação das âncoras e cabos de âncora.

(2) Destacamento de lançamento e fixação das âncoras e cabos de âncora.

e. <u>Cabo-guia ou cabo aéreo</u>

1) Descrição

a) Os sistemas de ancoragem por cabo(s)-guia constituem uma aplicação do princípio das pontes pênseis: um ou vários cabos de aço cruzam o rio lateralmente à ponte, possuindo estruturas de apoio em suas extremidades, denominadas torres de ancoragem, para elevá-los a alturas tais que impeçam a sua submersão. Conectados a estes cabos, existem tirantes, que ancoram os suportes flutuantes da ponte. Os tirantes ficam presos ao cabo-guia através de mosquetões. O sistema poderá ser ancorado a árvores resistentes ou outros pontos de amarração/elevação caso não existam as torres de ancoragem. Os sistemas por cabo-guia classificam-se em simples e múltiplos.

b) Velocidade da correnteza: 1,5 m/s até 3,3 m/s.

c) Largura do vão: aconselhadada até 365 metros, podendo ser instalado em vãos de até 450 metros, embora sobrevenham algumas dificuldades técnicas, devido ao elevado peso do cabo suspenso.

2) Instalação

a) Cabo-guia simples

(1) Consiste num cabo-guia apoiado em um par de torres de ancoragem. O cabo de montante é sempre instalado, ao passo que o de jusante somente o é quando existirem correntes reversas ou ventos de até 1,5 m/s.

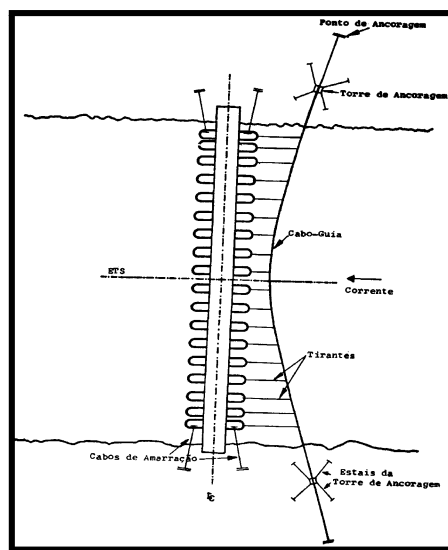



Figura 21. Sistema de ancoragem por cabo-guia simples a montante

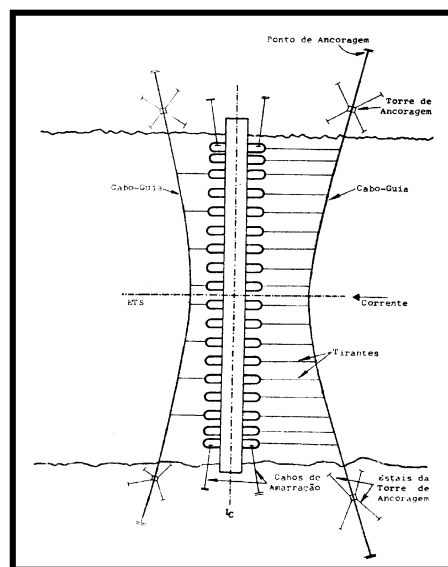



Figura 22. Sistema de ancoragem por cabo-guia simples a montante e jusante

b) Cabos-guia múltiplos

(1) São utilizados quando os vãos forem largos e as correntes muito elevadas. A carga da ponte é dividida igualmente entre os cabos. Em cada par de torres de ancoragem poderão ser apoiados um ou mais cabos-guia; também podem ser montados diversos pares de torres, cada um suportando apenas um cabo-guia, constituindo-se numa mera repetição de vários sistemas de ancoragem por cabo-guia simples. Podem ser empregados à montante ou à montante e jusante, dependendo da existência de correntes reversas.

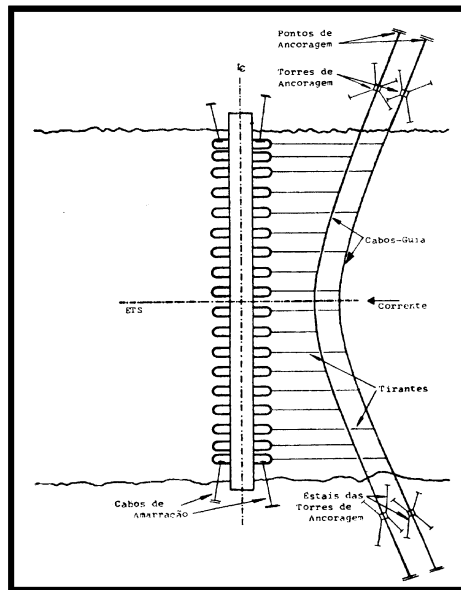



Figura 23. Sistema de ancoragem por cabos-guia múltiplos a montante

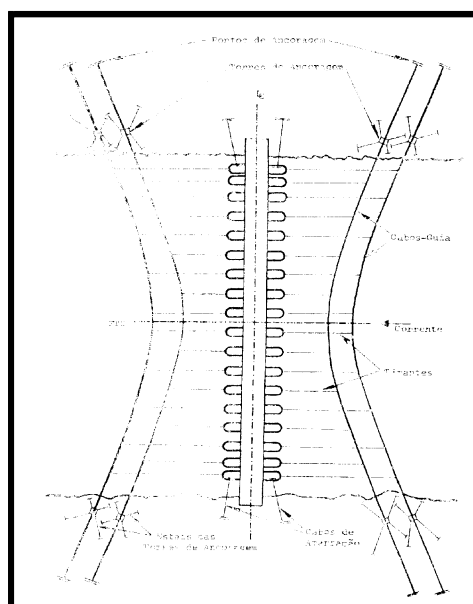



Figura 24. Sistema de ancoragem por cabos-guia múltiplos a montante e jusante

c) Cabos de amarração

(1) São colocados à montante e à jusante nos primeiros suportes flutuantes, em ambas as margens.

d) Torres de ancoragem

(1) Devem ser devidamente locadas em locais nivelados e compactados. As torres somente serão erguidas quando os estais e cabo(s) estiverem a ela conectados.

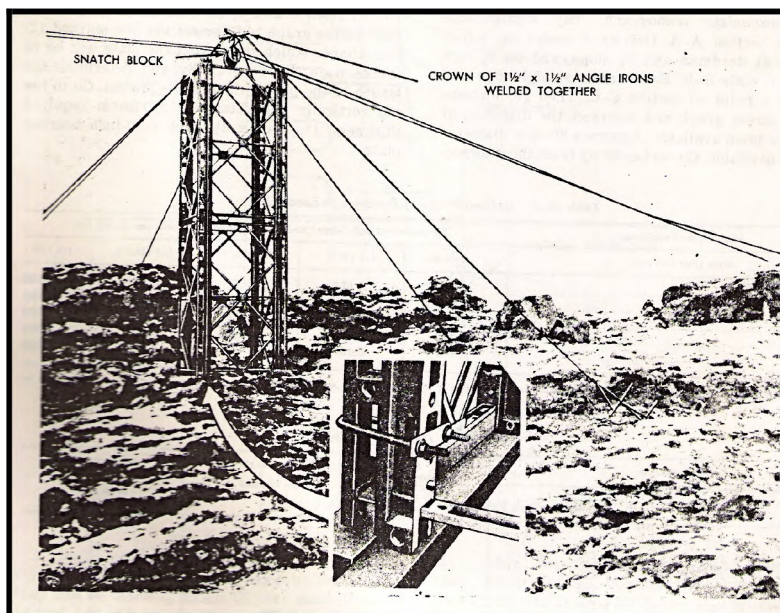



Figura 25. Torre de ancoragem Bailey

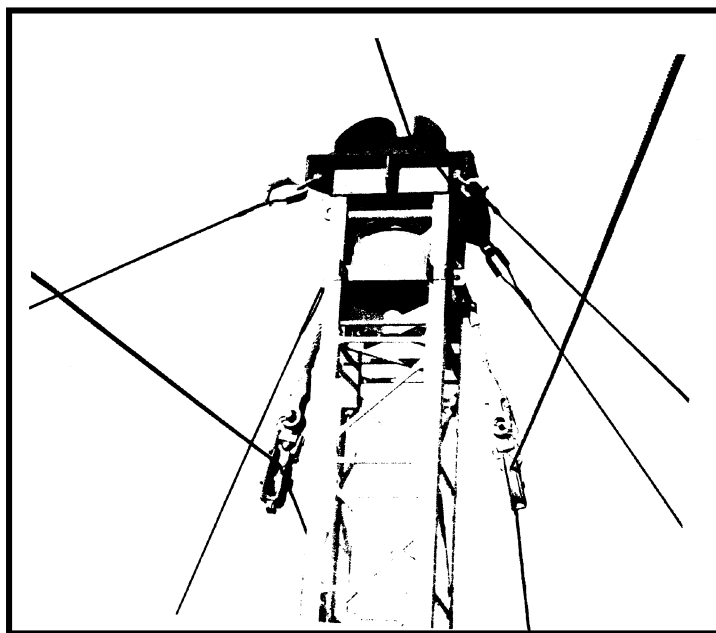



Figura 26. Torre de ancoragem M4T6 com três cabos-guia

e) Pontos de ancoragem do cabo-guia
(1) Locados e construídos conforme as necessidades.

f) Cabo-guia
(1) É lançado através dos diversos processos. Sua flecha inicial pode ser verificada através de duas marcas assinaladas nas torres de ancoragem. Ancorado num ponto de ancoragem (1ª ou 2ª margem, conforme o processo de lançamento). Tesado através dos diversos processos.
(2) Após ser colocado em carga (testado), os clipes de aço devem ser reapertados. Regular a flecha horizontal final.

g) Tirantes
(1) Os tirantes são conectados ao cabo-guia (através de mosquetões ou troles) quando este está distendido sobre o solo. À medida que os suportes flutuantes são incorporados à ponte, vão sendo conectados aos respectivos tirantes. O tirante deve ser tesado de acordo as necessidades requeridas para manter o eixo longitudinal da ponte alinhado.

Figura 27. Ponte M4T6 utilizando sistema de ancoragem com cabo-guia a montante

3) Planejamento

a) Dados técnicos necessários
(1) Largura do vão.
(2) Comprimento da ponte.

(3) Número de suportes flutuantes.
(4) Altura das margens.
(5) Velocidade da corrente.
(6) Nível do lençol freático.
(7) Tipo de solo das margens.

b) Dimensionamento necessário
(1) Coordenadas das torres de ancoragem (elevação).
(2) Comprimento de cada torre de ancoragem (elevação).
(3) Coordenadas de cada ponto de ancoragem.
(4) Diâmetro mínimo do cabo-guia.
(5) Comprimento mínimo do cabo-guia.
(6) Dimensionamento de cada ponto de ancoragem.
(7) Flecha vertical inicial.
(8) Quantidade e comprimento dos tirantes.
(9) Flecha horizontal final.

c) Pessoal
(1) Destacamento de ancoragem de 1ª margem.
(2) Destacamento de ancoragem de 2ª margem.

4) Processos de lançamento do cabo-guia

a) Processo direto
(1) Descrição
(a) O cabo-guia é colocado na popa de um bote (embarcação) e é desenrolado utilizando-se uma bobina, de modo que ele possa desenvolver livremente. Ancora-se a ponta a uma das margens (firme) e navega-se a direção à outra margem, onde este será tesado (chicote).

(2) Lançamento
(a) Poderá ser lançado a remo, com motor de popa ou embarcação de manobra. Utilizando-se motor de popa, a bobina de cabo será colocada na popa de um bote auxiliar, o qual será amarrado ao bote com propulsor.
(b) O lançamento do cabo deve ser feito rapidamente, pois devido ao peso do cabo, este tende a afundar formando uma grande flecha, que poderá ficar presa a escombros no leito do rio.

b) Processo indireto
(1) Descrição
(a) Lança-se pelo processo direto um cabo auxiliar leve de 1 / 2” de diâmetro (polipropileno ou similar) até a 2ª margem. Amarra-se na extremidade de 1ª. margem a ponta do cabo-guia que queremos lançar. Puxa-se o cabo-guia por intermédio do cabo auxiliar para a 2ª. margem, onde o mesmo é ancorado ao chegar. O cabo é tesado na 1ª margem.

(2) Lançamento

(a) Poderá ser lançado a remo, com motor de popa ou embarcação de manobra. O lançamento ideal e mais rápido é realizado com propulsores, porém fica comprometido o sigilo da operação. São necessários militares na 2ª margem para puxarem o cabo-guia.

c) Processo por conversão

(1) Descrição

(a) Após medirmos a largura do vão e instalarmos o ponto de ancoragem de 1ª margem, estendemos o cabo-guia ao longo na 1ª margem. Este é amarrado à borda externa do bote auxiliar (embarcação) que navegará para montante uma distância considerável até realizar uma conversão (rebatimento) em direção à 2ª margem. A partir de então, rapidamente, será ancorado na 2ª margem e tesado na 1ª margem.

(b) O cabo-guia deve ter comprimento 1,5 a largura do vão.

(2) Lançamento

(a) Para um bom rendimento, este processo deverá ser realizado utilizando-se propulsores e num local onde o leito do rio não apresente escombros, pedras ou entulhos.

d) Processo com bóias auxiliares

(1) Descrição

(a) Este processo consiste numa variação dos demais processos. Utilizam-se bóias auxiliares eqüidistantes presas ao cabo-guia. Estas permitem uma flutuação ao cabo-guia no momento em que este é lançado, dando maior rapidez à operação.

(b) O espaçamento das bóias auxiliares varia com o diâmetro do cabo. Os cabos apresentam diferentes pesos. Considera-se um bom espaçamento a distância de 15 (quinze) metros. A bóia é amarrada ao cabo-guia através de um cabo solteiro.

(c) Exemplos de bóias auxiliares: galão plástico de 20 litros, camburão de 20 litros p/ combustível, lata de 20 litros p/ óleo diesel desde que tampada, câmara de ar de pneu de viatura, pedaço de isopor com volume considerável.

(d) O volume de cada bóia é variável em função do espaçamento.

(2) Lançamento

(a) É um processo extremamente rápido e ágil. O cabo-guia deve ser previamente preparado e desenrolado na margem, formando uma linha em forma de "S" (serpente), de modo a otimizar o lançamento. Torna-se um excelente processo ao utilizarmos uma embarcação dotada de propulsor.

5) Meios para tesar o cabo-guia

a) Talha de alavanca.

b) Talha de cadernais.

c) Tirfor.

d) Guincho de viatura.
e) Tração direta da viatura.
f) A braço.

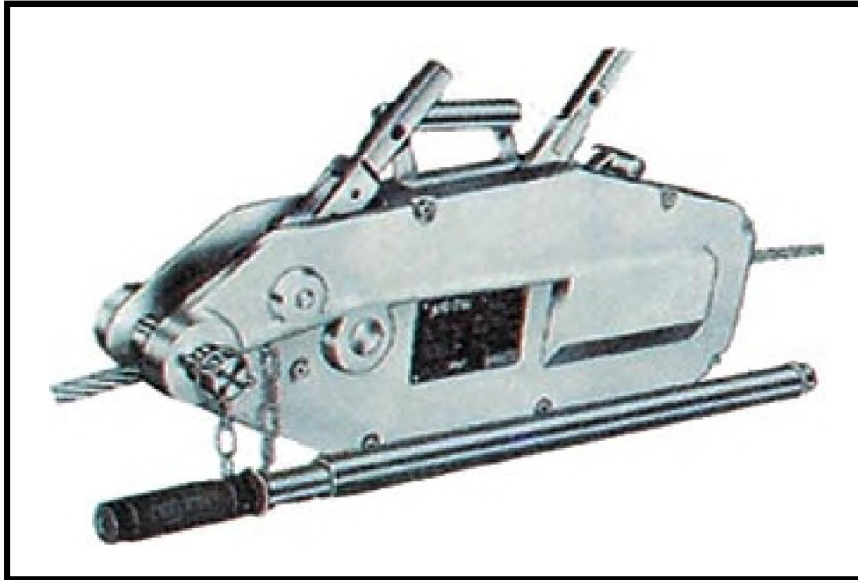



Figura 28. Um exemplo de tirfor

6) Amarração do aparelho de força ao cabo-guia
a) Mordente.
b) Cabo auxiliar (aço ou fibra) fazendo uma alça.

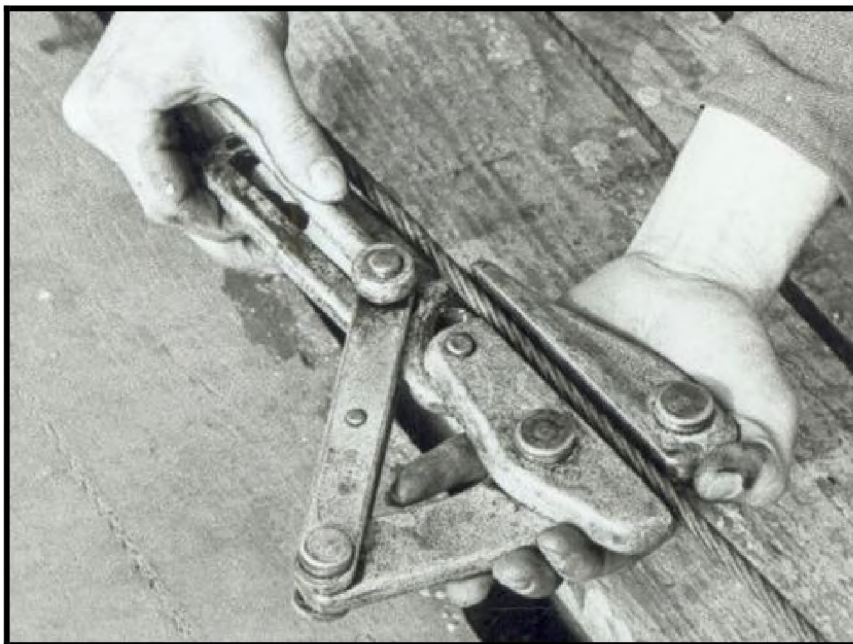



Figura 29. Mordente

7) Destacamento de lançamento

DESTACAMENTO DE LANÇAMENTO DO CABO-GUIA
CONSTITUIÇÃO E MISSÕES

CMT	CB/SD		MISSÕES
	REMO	MOTOR	
01	02		1. Instalar o ponto de ancoragem 2. Preparar o aparelho de força para tesar o cabo-guia
	02		1. Instalar o cabo-guia na embarcação 2. Desenrolar o cabo-guia durante o lançamento
	06	02	1. Navegar a embarcação para a margem oposta 2. Auxiliar o graduado na operação

8) Cabos-guia de equipagens do Exército Brasileiro

CABOS-GUIA DE EQUIPAGENS DO EXÉRCITO BRASILEIRO

EQUIPAGEM	QTD	TIPO
Passadeira Flutuante de Alumínio	02	3 / 8"x 183 m (6 x 12 AF)
Portada Leve	01	1 / 2" x 150 m
M4T6	01 01	5 / 8"x 366 m (IPS, 6 X 19 AF) 3 / 4"x 366 m (IPS, 6 X 19 AF)
B4A1	01	1 / 2" x 150 m
B4A2	01	1 / 2" x 150 m
Bailey Uniflote (suportes flutuantes)	32	1 / 2" X 30 m
Fita	48	1 / 2" x 80 m

9) Ponto de elevação

a) Generalidades

(1) A altura conveniente de um ponto de elevação qualquer do cabo-guia (cabo aéreo) é função da flecha do cabo e da altura das margens. A altura do ponto de elevação é igual a flecha do cabo mais 1,0 m (distância mínima do cabo até a água, em seu ponto mais baixo) menos a altura das margens.

(2) Quando os rios são sujeitos a variação de nível, estes pontos devem ser localizados dentro da região de provável enchente. Mesmo assim, eles tem que ser protegidos da correnteza por meio de sacos de areia ou qualquer outro revestimento.

(3) A flecha desejável inicial varia entre 2% e 5% e a flecha final entre 5% e 7%. A tensão do cabo diminui à medida que a flecha aumenta.

b) Dimensionamento do ponto de elevação

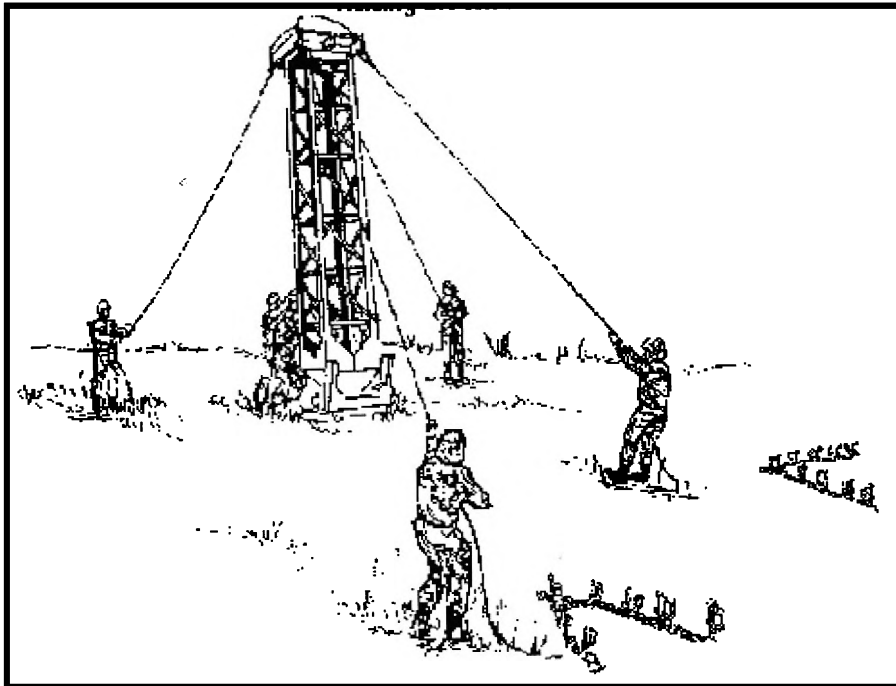



Figura 30. Torre de ancoragem M4T6 como ponto de elevação

DIMENSIONAMENTO DO PONTO DE ELEVAÇÃO

CARACTERÍSTICAS	FÓRMULA
FLECHA	F = 0,05 V
ALTURA DO PONTO DE ELEVAÇÃO	H = (F + 1) - h
DISTÂNCIA DO PONTO DE ELEVAÇÃO À MARGEM	DM = F + 15
DISTÂNCIA DO CABO-GUIA AO EIXO DA PONTE	DE = F + 16 - h
DISTÂNCIA DO PONTO DE ELEVAÇÃO AO PONTO DE AMARRAÇÃO	D = 3 H
VÃO	V
ALTURA DAS MARGENS	h

f. Sistema expedito

1) Descrição

a) Os sistemas de ancoragem expeditos valem-se, principalmente, de facilidades oferecidas pelo local da ponte. Pontes parcialmente demolidas são utilizáveis como ancoragem, exceto as superestruturas leves de vãos pequenos, com partes emersas, pois repentinas enchentes poderão derrubá-las e destruir o sistema de ancoragem, justamente na ocasião em que ele for mais necessário. A ponte flutuante deve estar situada a uma distância razoável da ponte parcialmente demolida, para evitar que os suportes fiquem dentro do campo de atuação das correntes perturbadas por ação dos pilares à montante. Os tirantes devem ser instalados tão alto quanto possível para permitirem uma elevação do nível de água sem conseqüências desagradáveis.

g. Sistema combinado

1) Descrição

a) São sistemas de ancoragem formados pela combinação de quaisquer tipos de sistemas já apresentados.

b) Velocidade da correnteza: 1,0 m/s até 1,4 m/s

c) Largura do vão: qualquer.

h. Sistema com embarcação de manobra

1) Algumas pontes, como a Ribbon Bridge, utilizam as embarcações de manobra para ancorarem a ponte no eixo de travessia. Não é um processo permanente, mas transitório.

2) Em vez de ancoragem a terra, ou juntamente com esta, a ponte flutuante pode também ser imobilizada com embarcações de manobra no alinhamento da ponte. Para cada embarcação de manobra ou cabo de âncora podem ser mantidos, contra a corrente:

NÚMERO DE SEGMENTOS POR EMBARCAÇÃO DE MANOBRA PARA ANCORAGEM DE PONTES

VELOCIDADE DA CORRENTE (m/s)	SEGMENTOS
0 até 1,0	Até 6
1,01 até 1,8	Até 5
1,81 até 2,1	Até 4
2,11 até 2,7	Até 3
2,71 até 3,5	Até 2

Figura 31. Sistema de ancoragem com embarcação de manobra

Figura 32. Dois exemplos de sistema de ancoragem com embarcação de manobra

4. BIBLIOGRAFIA

BENTO, Cláudio Moreira. **Travessia Militar de Brechas e Cursos de Água.** Revista A Defesa Nacional, nº 723, Nov/Dez 1985.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Ancoragem**. Pontes. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, p. 36-49, 19?

BRASIL. Exército Brasileiro. **Construção e Utilização dos Pontos de Amarração**. Pontes. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, p. 34-35, 19?

BRASIL. Exército Brasileiro. **Equipamento Leve de Transposição, T5-275**. Brasília: EGGCF, 1960.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual Técnico da Ponte M4T6 – T5-278**. Brasília: EGGCF, 1990.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual Técnico de Aparelhos de Força – T5-725**. Rio de Janeiro: EGGCF, 1957.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Transposição de Obstáculos.** Manual de Campanha C21-78. Brasília: EGGCF, 1980.

BRASIL. Exército Brasileiro**. Vade-Mecum de Engenharia, C 5-34.** Brasília: EGGCF, 1983.

KRUPP/MAN. **Manual de Descrição, Operação e Conservação da Ponte Flutuante FFB 2000 KRUPP/MAN.** 1996

PAOLI, Paulo Cesar de. **Ancoragem**. Pontes Leves e Pesadas. 1998.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Ancoragem**. Transposição de Cursos de Água. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, 1995.

US ARMY. **Anchorages and Maintenance.** Military Floating Bridge Equipment, TM 5-210. Washington, DC: 1970.

US ARMY. **Anchorage of Floating Bridges.** Military Float Bridging Equipment. Training Circular - TC 5-210. Washington, DC: 1988.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

APARELHOS E MANOBRAS DE FORÇA

1. INTRODUÇÃO

Manobra de força é a aplicação de cabos de fibra, cabos de aço e correntes em diferentes combinações de talhas e alavancas, com o fim de içar e movimentar cargas pesadas.

Aparelhos de força são dispositivos que aumentam, consideravelmente, o rendimento das manobras de força.

2. FUNDAMENTOS

a. Generalidades

1) Destinam-se a aumentar o rendimento das manobras de força.

b. Roldana

1) É um disco de madeira ou de metal, móvel em torno de um eixo que passa pelo centro e é normal a seu plano. No contorno do disco há um sulco, gola ou garganta, pelo qual passa uma corda. O eixo é suportado por uma peça em forma de “U”, denominada chapa.

2) Há dois tipos de roldana: fixa e móvel. Cadernais e talhas são combinações de roldanas. O termo roldana também pode referir-se a outras máquinas tais como sarilho, guindaste, macaco.

3) Na roldana fixa suspende-se a chapa a um suporte fixo e elevado, puxa-se a corda de cima para baixo para erguer a carga na outra extremidade. A potência (força) é igual a resistência (carga). O esforço para levantar a carga não é diminuído, a vantagem está na comodidade.

FORÇA = CARGA

4) Na roldana móvel, liga-se o gancho da chapa ao corpo que se quer erguer, amarra-se uma extremidade da corda a um suporte fixo e alto e puxa-se a corda de baixo para cima. Na roldana móvel, a carga pende pelos dois ramos da corda, cada ramo suporta Q/2.

FORÇA = CARGA / 2

c. Cadernal

1) Os cadernais destinam-se a inverter a direção dos cabos nas talhas. Um cadernal consiste de uma caixa, que serve de suporte para as pontas do eixo de uma roldana, sobre o qual a roldana, polia de garganta, gira.

2) A caixa do cadernal tem um gato, geralmente móvel, numa extremidade. Na outra extremidade da caixa, existe um olhal ou alça. Um cadernal pode ter uma, duas ou três roldanas.

3) Os cadernais são denominados, de acordo com o fim a que se destinam, os lugares que ocupam, alguma forma particular ou o tipo de construção. Consoante o número de roldanas que possuem, os cadernais denominam-se simples, duplos ou triplos.

4) Cadernal fixo é um cadernal que fica preso a um objeto estacionário.

5) Cadernal móvel é um cadernal ligado a uma carga que está sendo içada e que se move junto com ela.

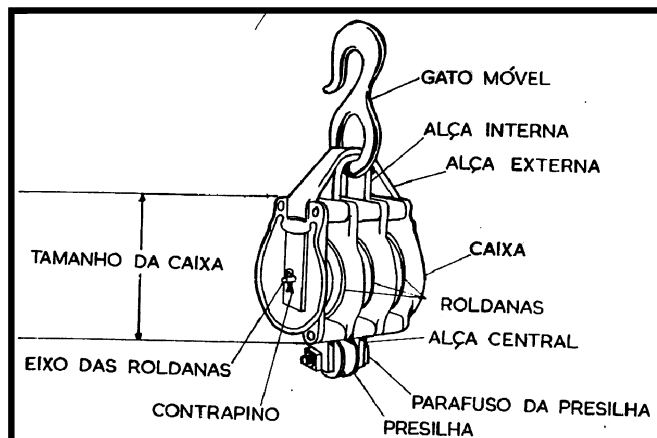



Figura 1. Partes de um cadernal triplo

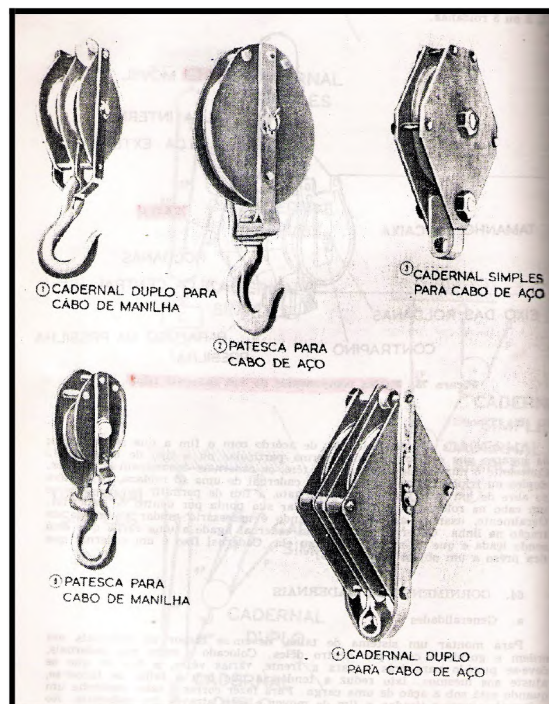



Figura 2. Tipos de cadernais

d. Patesca

1) Uma patesca é um cadernal de uma só roldana, cuja caixa se abre de um lado junto à base do gato, a fim de permitir que se coloque um cabo na roldana, sem precisar enfiar sua ponta por dentro do cadernal.

2) Geralmente, usam-se as patescas, quando é necessário mudar a direção da tração na linha (moitão de retorno) sem prejudicar o rendimento do sistema.

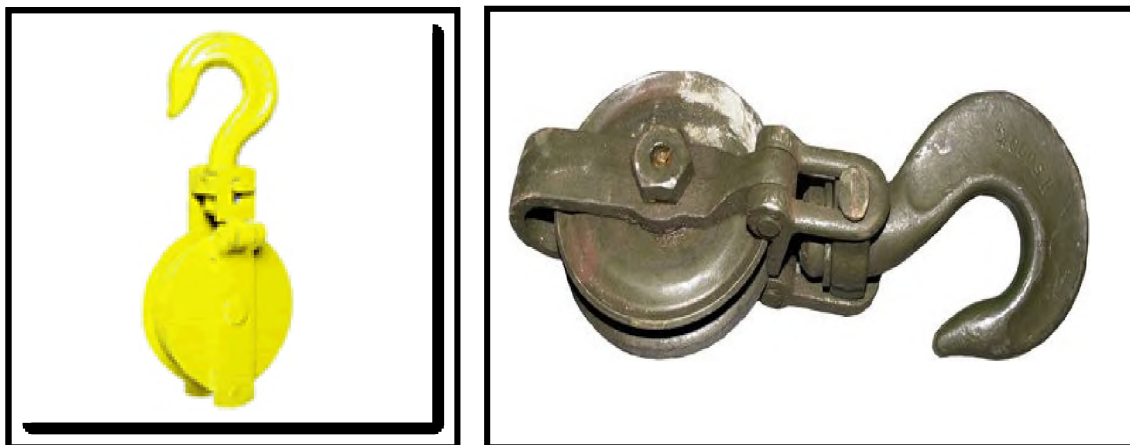



Figura 3. Patescas

e. Talha

1) Talha é um conjunto de cabos e cadernais, que se usa com o objetivo de multiplicar uma força. O cabo deve ser gornido ou enfiado nos cadernais, que podem ter uma ou várias roldanas.

2) A talha simples consiste de um ou mais cadernais, gornidos com um único cabo.

3) A talha composta consiste de dois ou mais cadernais, gornidos com mais de um cabo.

4) Aplica-se a força de tração a um cabo simples, que sai da talha. Este cabo chama-se tirador e pode passar por um moitão de retorno (patesca).

f. Gornimento de cadernais

1) Generalidades

a) Para montar um sistema de talha, devem-se dispor os cadernais em ordem e gornir (passar) o cabo por dentro deles. Colocado o cabo nos cadernais, deve-se puxá-lo para trás e para a frente, várias vezes, a fim de que se ajuste aos mesmos. Isto reduz a tendência que tem a talha de torcer-se quando está sob a ação de uma carga. O gornimento não deve ser feito no chão.

2) Cadernais simples e duplos

a) Para gornir cadernais simples e duplos, disponha os cadernais em ordem, com as roldanas na horizontal e as alças se defrontando. Coloque uma bobina de cabo ao lado do cadernal que tem o maior número de roldanas. Começando por este cadernal, passe o chicote do cabo por dentro da roldana inferior de cada cadernal e continue a passar o cabo por dentro dos cadernais, até que o tenha passado por todas as roldanas. depois, prenda a extremidade do chicote ao cabo à alça de um cadernal, por meio de um nó ou alça costurada.

3) Cadernais triplos

a) Ao gornir cadernais triplos é importante lembrar, que o esforço do içamento deve-se fazer sentir no centro dos cadernais, a fim de evitar que estes se inclinem. Se os cadernais se inclinam, o cabo é atritado contra as bordas das roldanas e a caixa dos cadernais, sofrendo o corte das fibras. Os cadernais devem ser colocados, de modo que as roldanas de um formem ângulos retos com as roldanas do outro. A bobina do cabo pode ser colocada ao lado de qualquer um dos cadernais. Deve-se passar o chicote por cima da roldana central de um cadernal e por trás da roldana inferior do outro. Depois, passa-se o cabo por cima de uma das roldanas laterais do primeiro cadernal. Ao decidir sobre que roldana lateral o cabo deve passar, lembre-se de que a linha não deve cruzar o cabo, que sai da roldana central do primeiro cadernal. Depois, passe o cabo por cima da roldana superior do segundo cadernal e por trás das roldanas laterais restantes do primeiro cadernal. A partir deste ponto, o cabo se dirige para a roldana central do segundo cadernal e passa por trás da alça do primeiro cadernal. O cabo deve ser gornido nos cadernais, de modo que suas partes não se gastem devido ao atrito.

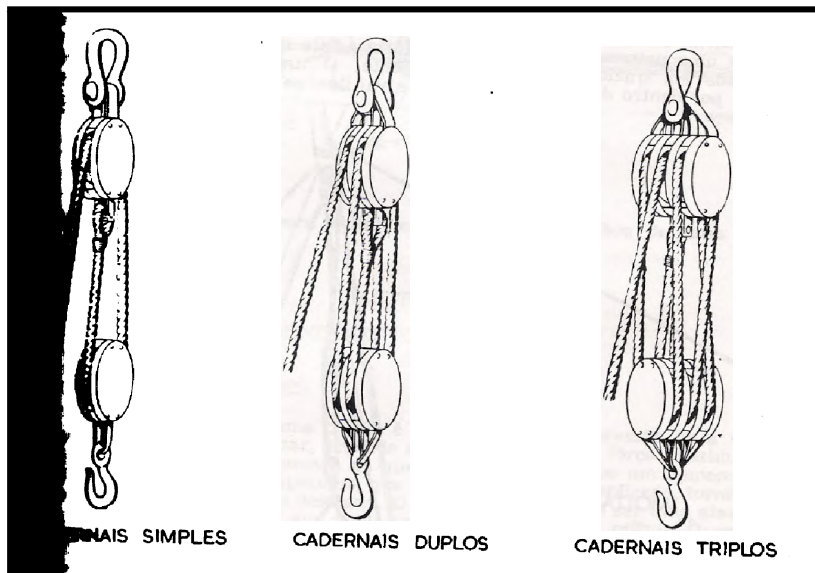



Figura 4. Gornimento de cadernais

g. <u>Torcimento de cabos</u>

1) Quando os cabos de uma talha se torcem, há um aumento de atrito e desgaste nos cabos e há possibilidade de emperramento dos cadernais. Os cadernais devem

ser gornidos, de modo que contrariem o torcimento. Quando se prende o gancho do cadernal fixo ao suporte, deve-se girá-lo, para que o tirador se dirija, diretamente para o cadernal guia ou para a fonte de força motriz. É mais difícil evitar-se o torcimento de um cadernal móvel. Isso é particularmente importante, quando se usa a talha numa tração demorada sobre o solo, tal como no arrastamento de troncos de árvores e vigas.

2) Um dos dispositivos anti-torção mais simples, para tal tipo de talha, é uma vareta curta de ferro ou um pedaço de cano, que se prende ao cadernal móvel. A vareta ou cano pode ser preso à caixa do cadernal, com duas ou três voltas de cabo. Se o dispositivo for preso à alça do cadernal, deverá passar entre os cabos, sem atritá-los, quando a talha for puxada.

3. RENDIMENTO MECÂNICO

a. Generalidades

1) Uma compressão ou uma tração é uma força. A compressão ou a tração que uma pessoa pode realizar depende do seu peso e da sua força. Assim, para deslocar uma carga, mais pesada do que a carga máxima que um homem pode deslocar, deve-se usar um aparelho, que multiplique a força aplicada, tornando-a capaz de realizar o trabalho desejado.

2) O aparelho acima pode ser uma alavanca, um macaco ou uma talha, aos quais aplicam-se as mesmas regras. Quando se usa um aparelho, que exerce uma força dez vezes maior do que a força a ele aplicada, diz-se que ele multiplica o rendimento da força por 10. O rendimento de um aparelho é representado pelo número por que o aparelho multiplica a força a ele aplicada, a fim içar ou deslocar uma carga. O trabalho produzido durante o deslocamento da carga é igual ao peso da carga multiplicado pela distância correspondente ao seu deslocamento e o trabalho realizado pelo aparelho, deve ser igual a isto.

3) Se a força que movimentar a carga for menor do que o peso dela, o deslocamento da primeira deverá ser menor do que o da segunda. A carga se deslocará numa distância igual à distância de deslocamento da força aplicada, dividida pelo rendimento do sistema. Por exemplo, se aplicarmos uma pressão descendente de 10 Kg, na extremidade esquerda de uma alavanca e a extremidade direita da mesma levantar uma carga de 100 Kg, poderemos dizer que a alavanca tem um rendimento mecânico igual a 10. Todavia, a carga da extremidade direita se deslocará apenas um décimo da distância percorrida pela extremidade esquerda.

b. Sistemas simples

1) Um sistema simples de talha é aquele que usa um cabo e um ou mais cadernais.

2) Para determinar o rendimento de um sistema simples, conte o número de linhas que sustentam a carga (ou cadernal móvel). Na contagem, inclua o tirador se ele sair de um cadernal móvel. Não inclua o tirador se ele sair de um cadernal fixo. O rendimento será sempre igual ao número das linhas que sustentam a carga.

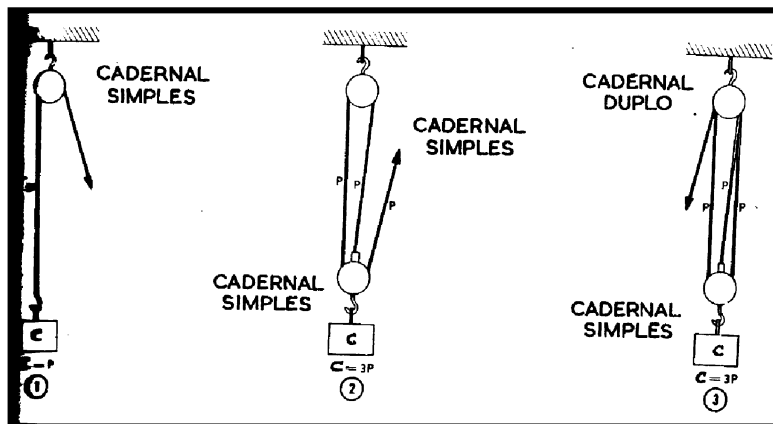



Figura 5. Sistema simples

c. Sistemas compostos

1) Um sistema composto de talha é um sistema que usa mais de um cabo com dois ou mais cadernais. Os sistemas compostos são constituídos de dois ou mais sistemas simples.

2) O tirador de um sistema simples é preso a um gato do cadernal móvel de outro sistema simples, que pode conter um ou mais cadernais. Em tal sistema composto, a força exercida no tirador de um sistema simples é multiplicada pelo rendimento desse sistema simples. Esta força é então multiplicada pelo rendimento do segundo sistema simples.

3) Nos sistemas compostos, determina-se o rendimento do sistema, começando-se pela força aplicada no tirador e acompanhando-se o sistema, a fim de determinar a relação existente entre essa força e a força final de içamento. Este processo equivale a tratar o sistema composto como dois ou mais sistemas simples, contando as linhas que suportam a carga em cada sistema simples e multiplicando os números encontrados, a fim de determinar o rendimento do sistema composto.

4) Rendimento no sistema composto:

a) Considere igual a tensão, em toda a extensão de qualquer cabo simples.

b) A força que atua no cadernal móvel, de qualquer sistema simples, é igual a tensão da linha multiplicada pelo número de linhas, que saem do cadernal móvel.

c) Qualquer coisa ligada ao cadernal móvel deve sofrer ação igual à força que atua sobre ele.

d) A tensão em todo o comprimento da linha do segundo sistema simples deve ser constante. Essa tensão vezes o número de linhas que saem do cadernal móvel, deste segundo sistema, é igual a força que atua sobre o cadernal móvel do segundo sistema.

e) Repita o que foi dito na letra (d) acima, quando tratar de cada sistema, até o último cadernal.

f) O rendimento do sistema composto é igual a relação, que existe entre a força aplicada no tirador do primeiro sistema simples e a força de içamento da carga.

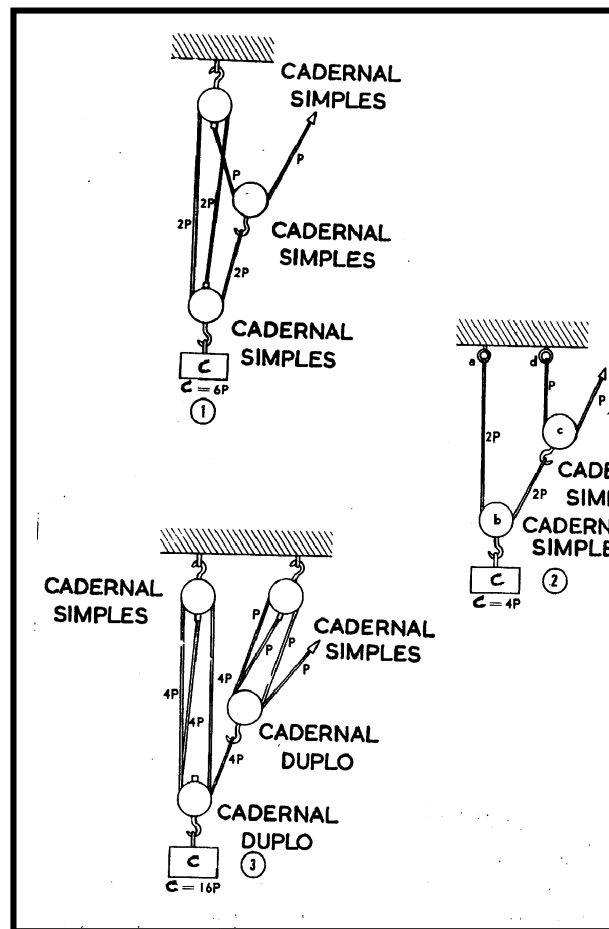



Figura 6. Sistemas compostos

d. Atrito

1) Há uma perda de força em qualquer sistema de talha, devido ao atrito das roldanas contra seus eixos, ao atrito dos cabos entre si e ao atrito dos cabos com as caixas dos cadernais. Esta perda por atrito faz diminuir a força total de içamento disponível. Por este motivo, deve-se aumentar de certo valor a força aplicada no tirador, a fim de que ela supere a perda por atrito do sistema, de modo a poder içar um dado peso. Se o cabo passa em patescas, a carga do cabo fica aumentada de aproximadamente 8%, em cada patesca, quando o cabo se inclina de 180° e de aproximadamente 4%, em cada uma, quando ele se inclina de 90°.

e. Potencial humano

1) Sempre que se usa o potencial humano no içamento de uma carga, deve-se adaptar o sistema, de modo que se empregue o processo mais satisfatório na utilização dessa fonte de força. Podem-se empregar mais homens pare tracionar um cabo simples, paralelamente ao solo, do que para tracioná-lo verticalmente.

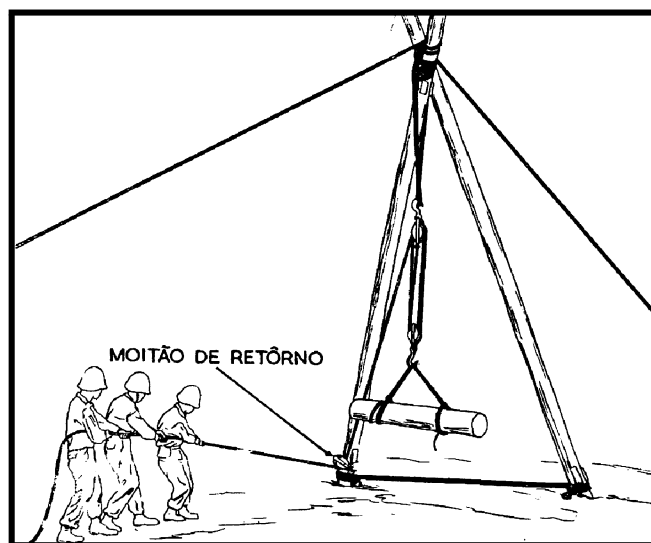



Figura 7. Moitão de retorno

TRAÇÃO VERTICAL DE UM HOMEM DE PESO MÉDIO = 45 Kg

TRAÇÃO HORIZONTAL DE UM HOMEM DE PESO MÉDIO = 27 Kg

2) Como exemplo, se a força necessária do tirador é de 135 Kg ou menos, o tirador pode descer diretamente do cadernal superior de um sistema de talha, pois que três homens podem, com facilidade, tracionar um cabo vertical. De modo análogo, usando de tração humana horizontal serão necessários cinco homens para os mesmos 135 Kg.

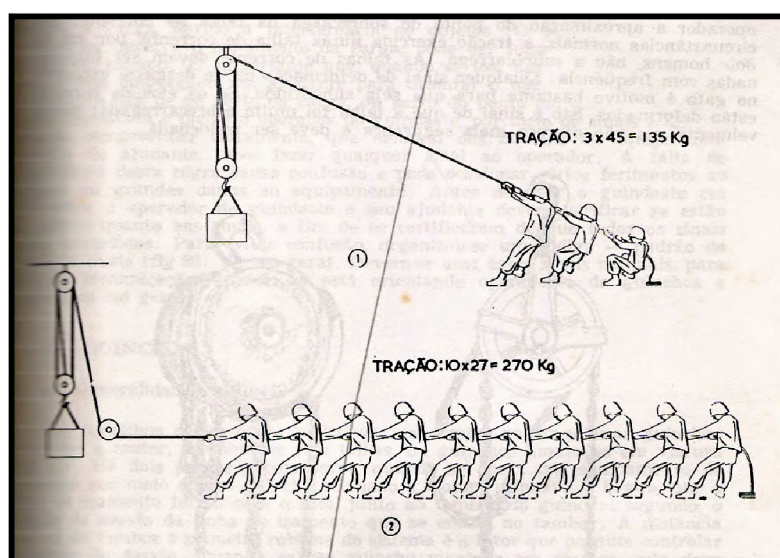



Figura 8. Potencial humano

f. Cálculo da tensão nos estais

$$T = \frac{P \cdot d}{y}$$

Convenção. T = tensão, em Kg
P = peso da carga + 1 / 2 peso da longarina, em Kg
d = comprimento da perpendicular baixada da base da longarina sobre a vertical que passa pela carga
y = comprimento da perpendicular baixada da base da longarina sobre o estai.

4. APARELHOS DE FORÇA

a. Pau de carga

1) Generalidades

a) Um pau de carga consiste numa longarina reta, estaiada no topo a fim de que se conserve na posição vertical e equipada com uma talha de içamento adequada. A longarina reta pode ser uma viga de madeira, uma viga de aço de flange largo ou uma treliça. A carga pode ser içada por meio de uma talha manual ou de aparelhos de força, manuais ou acionados por motor.

b) O pau de carga é usado largamente nos trabalhos de içamento, devido a facilidade que pode ser instalado, transportado e operado. É próprio para içar cargas de peso médio a alturas de 3 a 15 metros, quando se necessita apenas de içamentos verticais. Ele não oferece segurança quando muito inclinado e não é próprio para movimentar cargas, horizontalmente. O comprimento e o diâmetro do pau de carga dependem do fim a que ele se destina. Ele não deve ter o comprimento maior a sessenta vezes seu menor diâmetro, porque tende a vergar sob pressão. Quando se tem necessidade de ligar duas longarinas, para usá-las como pau de carga, devem-se uni-las pelas extremidades e prende-las com peças metálicas longas. Se a emenda de um pau de carga tende a vergar, deve-se aplicar um jogo adicional de estais, junto à mesma.

COMPRIMENTO MÁXIMO DO PAU DE CARGA = 60 x MENOR DIÂMETRO

2) Preparação

a) Generalidades

(1) A montar um pau de carga, coloque a longarina com a base no lugar em que vai ser erigida. Providencie os estais e a talha.

b) Processo

(1) Faça uma amarração justa, com 8 ou 9 voltas de cabo de fibra, a cerca de 30 cm do topo da longarina, com duas ou mais voltas centrais enganchadas no gato do cadernal superior da talha. Remate as extremidades da amarração com um nó direito e

pregue as travas de madeira na longarina, que fiquem niveladas com os lados inferior e superior da amarração, a fim evitar que ela deslize.

(2) Estenda os estais, cada um com um comprimento igual a 3 ou 4 vezes o da longarina. Faça uma volta de fiel no meio de cada estai e coloque-as no topo da longarina, junto à amarração da talha.

(3) Amarre um cadernal na longarina, 60 a 90 cm acima da sua base, tal como foi feito para a amarração da talha colocada no topo e coloque uma trava acima da amarração para evitar o deslizamento. Este cadernal funciona como um moitão de retorno, no tirador. A patesca é o tipo de cadernal mais conveniente para este fim.

(4) Enfie o cabo na talha de içamento, usando o cadernal amarrado ao topo da longarina de modo que o tirador possa ser enfiado no moitão de retorno, junto à base do pau de carga.

(5) Crave uma estaca a cerca de um metro da base do pau de carga. Com um cabo, amarre a estaca à base da longarina, abaixo da amarração do moitão de retorno e próximo do pé da longarina. Isto é para evitar que a longarina derrape, quando estiver sendo erigida.

(6) Inspecione todos os cabos, a fim de verificar se estão emaranhados. Inspecione todas as amarrações, para ver se estão feitas corretamente e se todos os nós estão apertados. Verifique se os gatos dos cadernais estão providos de barbelas. Agora, o pau de carga está pronto para ser montado.

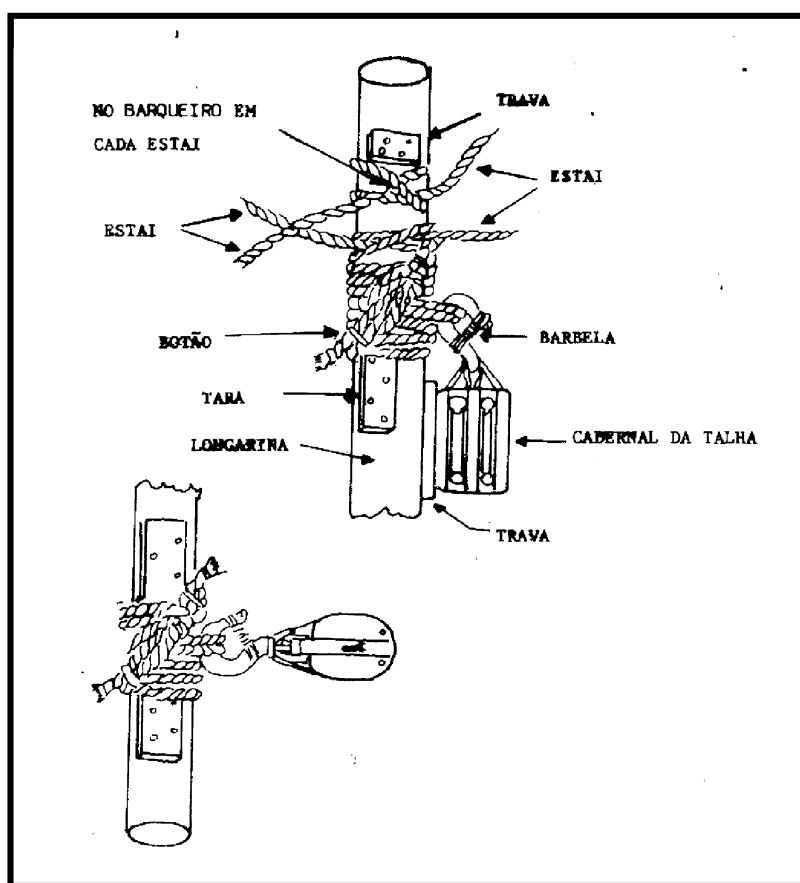



Figura 9. Amarração de um pau de carga

3) Montagem

a) Generalidades

(1) Pode-se erguer um pau de carga de 9 a 12 m à mão, com facilidade, porém os mais longos exigem o emprego de algum equipamento auxiliar. São necessários dez ou doze homens para erguer, corretamente, um pau de carga e mais ainda, para os paus de carga mais pesados.

b) Processo

(1) Cave um buraco de 30 a 60 cm de profundidade, para a base do pau de carga.

(2) Estique os estais na direção dos respectivos pontos de amarração e designe um homem para cada um destes, para que controle a folga do estai, com duas voltas em torno do ponto de amarração, quando a longarina for erguida. Prepare um ponto de amarração para a base da longarina, caso ainda não tenha sido feita.

(3) Faça correr a talha, até que seu cabo fique mais comprido do que a longarina e prenda o cadernal inferior da talha a um ponto de amarração, situado à frente da base da longarina, no alinhamento desta e do estai traseiro.

(4) Mantendo ligeiramente tensos os estai traseiro e os estais laterais, puxe o tirador do sistema de talha, enquanto seis ou oito homens (mais para as longarinas maiores) suspendam o topo da longarina à mão, até que o sistema de talha passe a controlar o conjunto.

(5) O estai traseiro deve ser mantido tenso, para evitar que a longarina gire e lance todo seu peso num dos estais laterais.

(6) Quando a longarina atingir a sua posição final, quase vertical ou inclinada como se desejar. Amarre todos os estais aos seus pontos de amarração com os dois cotes finais da volta redonda. Muitas vezes, é útil dobrar a parte do cabo destinada aos cotes.

(7) Abra o moitão de retorno que está na base do pau de carga e coloque nele o tirador, que vem da talha. Fechado o moitão de retorno, o pau de carga está pronto para ser usado. Se for necessário mover o topo da longarina sem deslocar sua base (inclinar), faça-o, quando o pau de carga não estiver sob a ação de uma carga, a não ser que os estais estejam equipados com talhas.

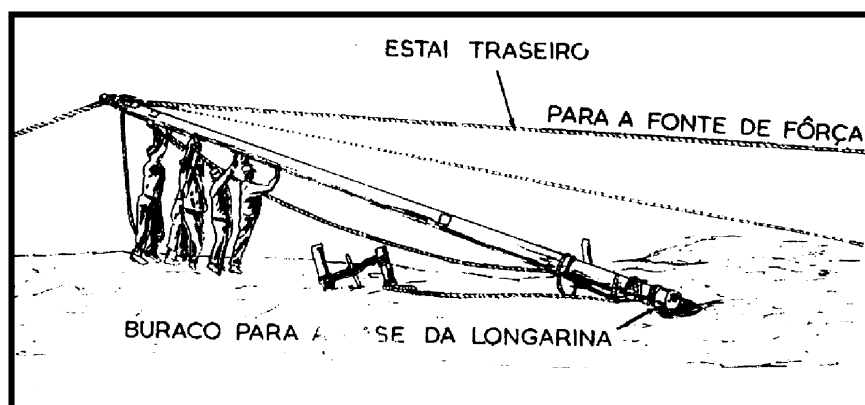



Figura 10. Montagem de um pau de carga

4) Operação

a) O pau de carga presta-se, particularmente, para içamentos verticais. Em alguns casos também é usado para içar e puxar ao mesmo tempo, de modo que a carga que está sendo manobrada se desloca em direção ao pau de carga, logo que deixa o solo. Quando usado deste modo, deve-se prender um cabo de retenção à outra extremidade da carga, que estiver sendo arrastada e mantê-lo sempre tenso. Para controlar as cargas, que tiverem de ser içadas verticalmente, devem-se usar cabos finos, que são presos a uma extremidade da carga e mantidos ligeiramente tensos, durante o içamento.

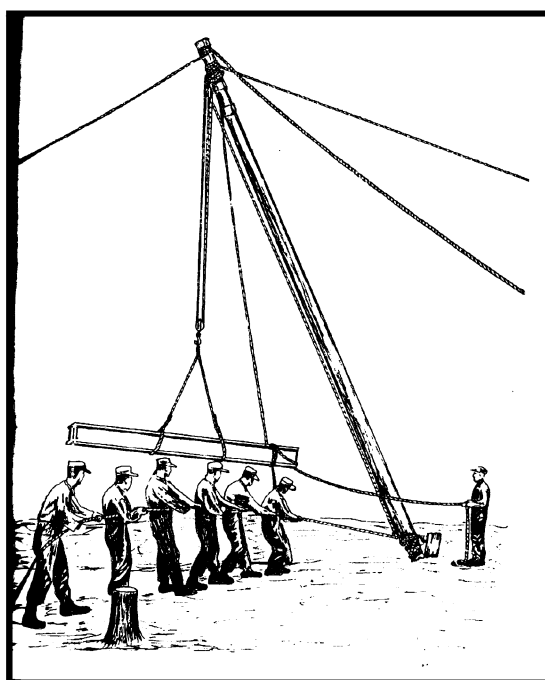



Figura 11. Operação de um pau de carga

CARGAS DE SEGURANÇA DAS VIGAS DE ABETO, QUANDO USADAS EM PAU DE CARGA, EM OPERAÇÕES NORMAIS

SEÇÃO DA LONGARINA		CARGA DE SEGURANÇA PARA UM DADO COMPRIMENTO DE VIGA, EM Kg					
Centímetros (diâmetro)	**Polegadas (diâmetro)**	**6 m**	**7,5 m**	**9 m**	**12 m**	**15 m**	**18 m**
15	6	2200	1300	900	-	-	-
20	8	-	4900	3600	2200	1300	-
25	10	14000	10800	7200	4000	2700	-
30	12	-	-	14000	8500	5400	4000
15 x 15	6 x 6	2700	1800	1300	-	-	-
20 x 20	8 x 8	-	6300	4500	2700	1800	-
25 x 25	10 x 10	18000	13400	9000	5400	3600	--
30 x 30	12 x 12	-	-	18000	10700	7200	5400

b. Trípode

1) Generalidades

a) Um trípode consiste de três pernas, amarradas ao topo. A vantagem da trípode sobre outros aparelhos de força está na sua estabilidade. Sua desvantagem está no fato da carga só poder ser movimentada para cima e para baixo. A capacidade de carga de uma trípode é aproximadamente igual a uma e meia vez a de uma cábrea, feita com material da mesma bitola.

CAPACIDADE DE CARGA DA TRÍPODE = 1,5 CAPACIDADE DA CÁBREA

2) Preparação

a) Generalidades

(1) Há dois processos de amarrar um trípode e qualquer um deles é satisfatório, desde que se faça a amarração com material suficientemente forte. O material usado na amarração pode ser cabo de fibra, cabo de aço ou corrente. Podem-se usar, também, argolas metálicas ligadas por pequenos pedaços de corrente e suficientemente grandes, para se encaixarem no topo das pernas do trípode. O processo abaixo descrito na letra b, é para cabo de fibra de 1 polegada de diâmetro ou menos. Já que a resistência do trípode depende diretamente da resistência do cabo e da amarração, deve-se usar maior número de voltas do que o descrito abaixo, quando se lidar com cargas extra pesadas e menor número de voltas, quando se lidar com cargas leves.

b) Processo

(1) Escolha três longarinas de tamanho aproximadamente igual e faça um sinal perto do topo de cada uma, para indicar o centro da amarração.

(2) Coloque duas das longarinas no solo, uma paralela à outra, com seus topos apoiados numa rampa ou calço e coloque a terceira longarina, entre as duas primeiras, com a base em direção oposta, de modo que as marcas das três fiquem alinhadas. Deixe espaço entre as longarinas, a fim de que a amarração não fique apertada demais, quando o trípode for montado. O espaçamento entre as longarinas deve ser igual a cerca de metade do seu diâmetro

(3) Com um cabo de 1 polegada, faça uma volta de fiel ou nó de barqueiro numa das longarinas externas, cerca de 10 centímetros acima da marca da amarração e de oito ou nove voltas em torno das três longarinas. Enquanto fizer as voltas, cuide em manter o espaçamento entre as longarinas.

(4) Remate a amarração fazendo, uma ou duas voltas juntas e bem apertadas em torno dela, entre cada par de longarinas. Amarre a extremidade do cabo na longarina central, com um nó de barqueiro, logo acima da amarração. Ao fazer as voltas, não as aperte demais.

c) Processo alternado

(1) Pode-se empregar um processo alternado, quando se usarem longarinas de pequeno diâmetro, de 6 metros de comprimento no máximo, ou quando se dispõe de outro meio para a montagem, que não a força manual.

(2) Coloque as três longarinas no solo, paralelas uma as outras, com um espaçamento entre si ligeiramente superior ao dobro do diâmetro do cabo. Assente os topos

das longarinas numa rampa, de modo que eles a excedam de aproximadamente 60 centímetros e as bases das três longarinas fiquem alinhadas.

(3) Faça um nó de barqueiro numa perna externa, na parte inferior da região que vai ser ocupada pela amarração, a qual fica a aproximadamente 60 centímetros da extremidade. Passe o cabo por cima da perna do centro, por baixo e em volta da outra perna externa, por baixo da perna do centro, por cima e em volta da primeira perna e continue a entrelaçar até completar oito ou nove voltas. Remate com um nó de barqueiro, na outra perna externa.

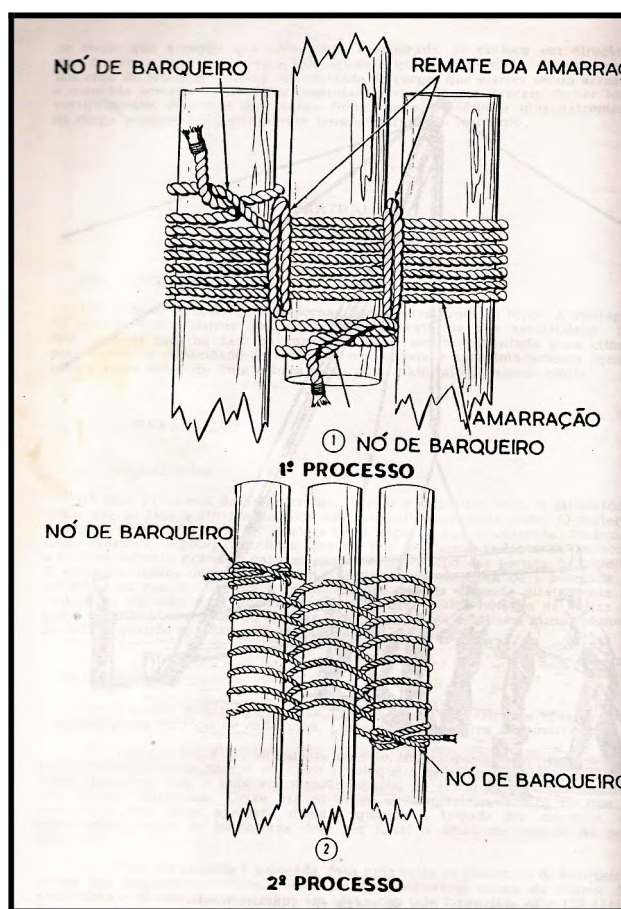



Figura 12. Amarração de uma trípode

3) Montagem

a) Generalidades

(1) As pernas de um trípode, em sua posição final, devem ser afastadas de modo que fiquem eqüidistantes umas das outras. O espaçamento entre as pernas não deve ser menor do que a metade nem maior do que os dois terços do comprimento das mesmas. Para fixar as pernas nesta posição, usam-se correntes, cabos ou tábuas. Pode-se amarrar numa das pernas, um moitão de retorno para o tirador da talha.

b) Montagem manual

(1) Suspenda os topos das longarinas cerca de 1,20 m, conservando as bases das mesmas no solo.

(2) Cruze as duas pernas externas. A terceira perna, ou perna do centro, assenta sobre a parte superior do cruzamento. Com as pernas nesta posição, passe uma linga por cima do cruzamento, de modo que ela passe por cima do topo da perna do centro e em volta das outras duas.

(3) Enganche o cadernal superior de uma talha na linga e coloque uma barbela no gato do cadernal.

(4) Continue a suspender o trípode, empurrando as pernas para dentro, enquanto elas são levantadas no centro. Oito homens podem montar um trípode comum.

(5) Quando as pernas do trípode estiverem na sua posição final, prenda umas às outras com um cabo ou uma corrente, a fim de evitar que se desloquem.

c) Montagem com o auxílio de um pau de carga

(1) Na instalação de um trípode maior, pode ser necessário montar um pequeno pau de carga, para suspendê-lo, colocando-o na posição. Os trípodes amarrados conforme o processo alternado, com as três pernas colocadas juntamente, devem ser montados, suspendendo-se os topos das pernas até que elas deixem o solo e possam ser afastadas. Devem-se usar estais ou cabos finos, para ajudar a sustentar as pernas, enquanto elas estão sendo levantadas. As pernas externas devem-se cruzar-se, de modo que a perna do centro fique na parte superior do cruzamento. A linga destinada à talha de içamento deve passar por cima da perna do centro e em volta das duas pernas externas, no cruzamento.

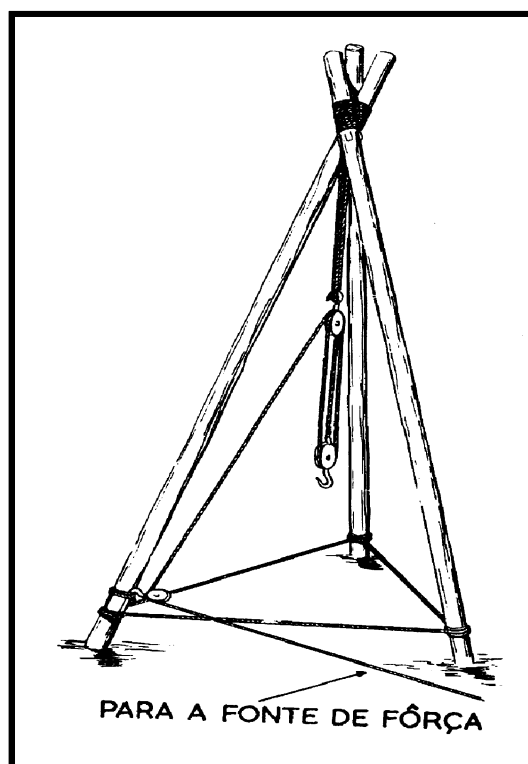



Figura 13. Trípodes

c <u>Cábrea</u>

1) Generalidades

a) A cábrea é um aparelho de força usado, freqüentemente, na montagem de maquinaria pesada e de outros objetos volumosos. É constituída de duas longarinas, que se cruzam nos topos e de uma talha de içamento, suspensa no cruzamento. A cábrea deve ser estaiada, para que se mantenha na posição. A cábrea pode ser preparada e montada facilmente; ela requer apenas dois estais e trabalha na posição inclinada. As pernas da cábrea podem ser longarinas redondas, vigas de madeira, pranchões pesados ou vigas de aço, dependendo do material disponível e da finalidade da cábrea.

b) A carga a ser içada e a relação entre o comprimento e o diâmetro das pernas, são fatores importantes no cálculo das pernas. A relação C/D não deve exceder de 40, embora relações C/D até 60 sejam convenientes para cargas leves. Não se devem usar relações superiores a 60, porque as pernas tendem a encurvar-se não funcionando como colunas.

CAPACIDADE DA CÁBREA = 2 x 7 / 8 x CAPACIDADE DE UM PAU DE CARGA

2) Preparação

a) Generalidades

(1) Uma cábrea constituída de duas pernas amarradas com um cabo, é bem satisfatório para o içamento de cargas. O afastamento das pernas deve ser igual a cerca de metade da altura da cábrea. A inclinação máxima admissível é de cerca de 45°. Para trabalhos leves, pode-se improvisar uma cábrea com dois pranchões ou longarinas leves, os quais são cavilhados e reforçados por uma pequena amarração, na interseção das pontas. Tal cábrea exige cadernais de talha e estais e estes podem ser presos a estacas firmes ou árvores, com uma ou duas voltas de cabo, de modo que o comprimento dos estais possa ser regulado facilmente.

b) Processo

(1) Coloque duas longarinas juntas no solo, alinhadas com os estais, com as extremidades mais grossas apontando em direção ao estai traseiro e próximas do ponto de ancoragem.

(2) Coloque um calço grande sob o topo das pernas, logo abaixo do ponto de amarração e coloque um pequeno calço entre os topos junto ao mesmo ponto. A separação entre as pernas, neste ponto, deve ser igual a um terço do diâmetro de uma perna, para tornar mais fácil a execução da amarração.

(3) Com um cabo de 3 / 4” ou 1”, suficiente para doze ou quatorze voltas em torno de ambas as pernas, faça um nó de barqueiro numa longarina e faça oito ou nove voltas em torno de ambas as pernas, acima do nó de barqueiro. Faça as voltas bem apertadas, de modo que a amarração fique macia e sem cocas.

(4) Remate a amarração, fazendo duas ou três voltas apertadas em torno dela, entre as pernas e prenda a extremidade do cabo à outra perna, logo abaixo da amarração. Aumenta-se o número de voltas da amarração, quando se tem de manejar cargas pesadas.

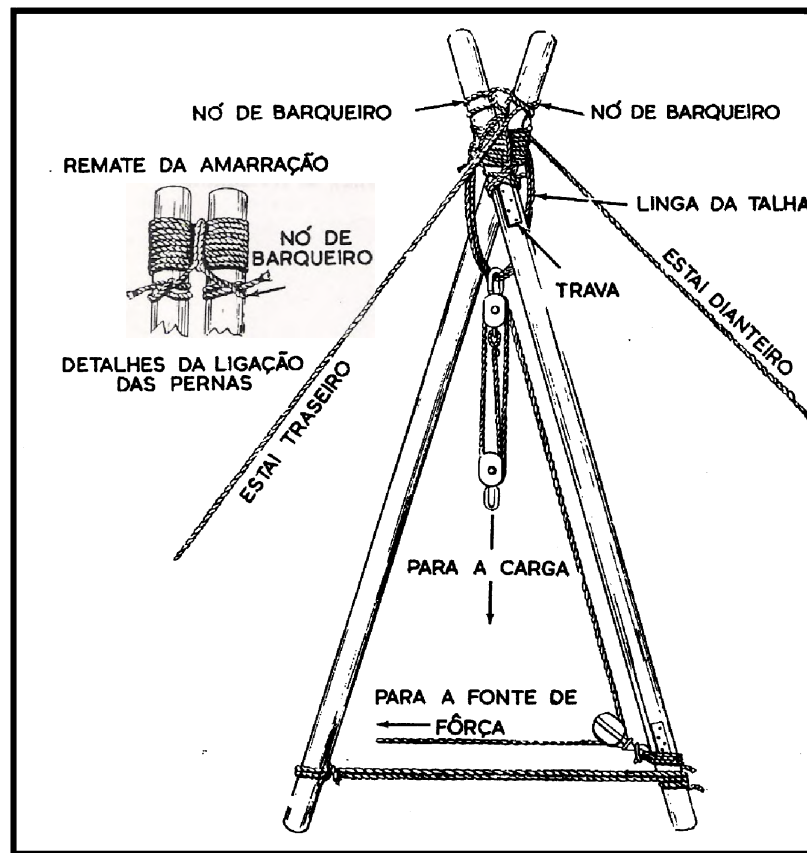



Figura 14. Amarrações de uma cábrea

3) Montagem

a) Generalidades

(1) Devem-se cavar buracos nos pontos em que as pernas da cábrea vão se apoiar. Se a montagem vai ser feita em terreno rochoso, a base destinada à cábrea deverá ser nivelada. As pernas da cábrea devem ser cruzadas e suas bases colocadas junto às bordas dos buracos. Com um pedaço de cabo curto, dão-se duas voltas por cima do cruzamento na parte superior da cábrea e amarra-se o cabo juntamente, a fim de formar uma linga.

b) Processo

(1) Enfie o cabo num jogo de cadernais e enganche o gato do cadernal na linga. Prenda a linga no gato por meio de uma barbela. Ligue o cadernal inferior a uma das pernas, próximo da base, de modo que fique à mão quando se suspender a cábrea, mas fique fora do caminho durante a montagem.

(2) Se a cábrea tiver de ser usada no içamento de cargas pesadas, instale uma talha no estai traseiro, próximo do seu ponto de amarração. Prenda os dois estais à parte superior da cábrea com nós de barqueiro, a pernas opostas aos seus pontos de amarração, acima da amarração.

(3) Vários homens (de acordo com o tamanho da cábrea) devem suspender a parte superior da cábrea e fazê-la subir à mão, até que a talha do estai traseiro comece a funcionar. Depois disto, pode-se levantar as pernas da cábrea até a sua posição final, atuando-se na talha. Antes de suspender as pernas da cábrea, amarre o estai dianteiro

no seu ponto de amarração e conserve-o ligeiramente tenso, a fim de controlar o movimento.

(4) Deve-se evitar que as pernas se abram, ligando-as com cabo, corrente ou tábuas. Em alguns casos, pode ser necessário ancorar as pernas da cábrea durante a montagem, a fim de evitar que elas deslizem, tomando uma direção errada.

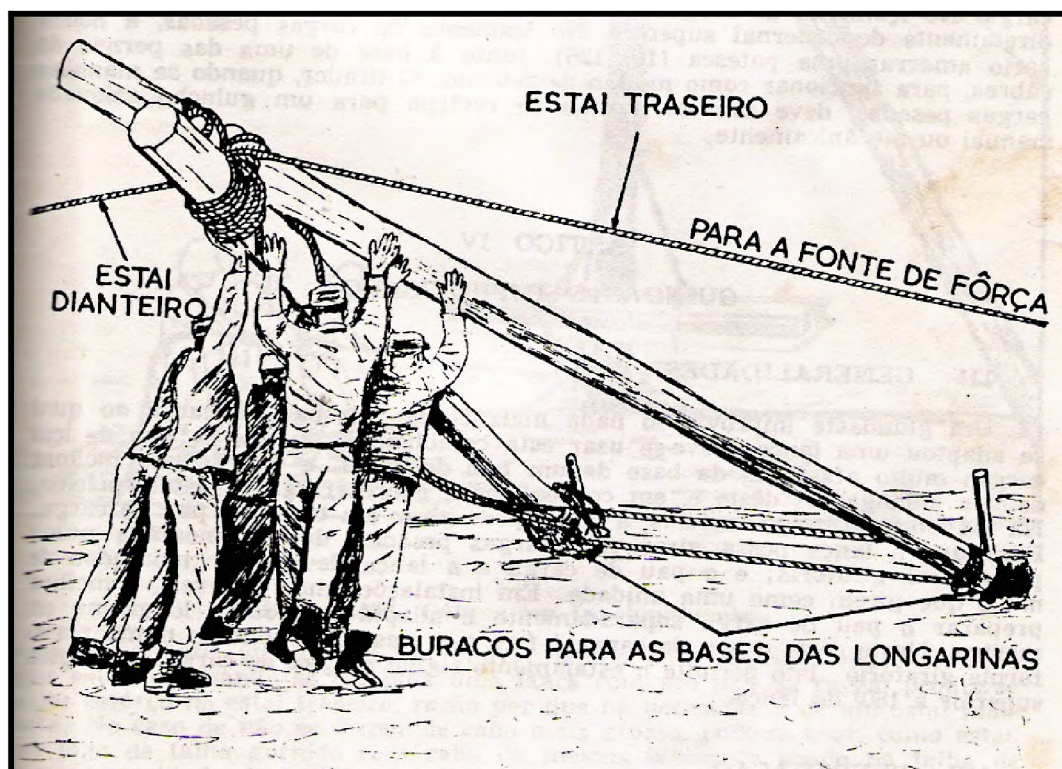



Figura 15. Montagem de uma cábrea

4) Operação

a) O estai traseiro é uma parte muito importante da cábrea, pois suporta considerável esforço, durante o içamento. Ele deve poder suportar um esforço igual à metade da carga a ser içada. O estai dianteiro suporta pouco esforço e é usado, principalmente, para regular o ângulo de inclinação e firmar a parte superior da cábrea, durante o içamento ou colocação da carga. Pode ser necessário instalar uma talha no estai traseiro, para manobra de cargas pesadas. Na operação obtem-se a inclinação necessária para a cábrea, regulando-se o estai traseiro, mas não se deve fazer isto enquanto a cábrea estiver com carga. No içamento de cargas leves, o tirador da talha da cábrea pode sair diretamente do cadernal superior. No içamento de cargas pesadas, é necessário amarrar uma patesca, junto à base de uma das pernas da cábrea, para funcionar como moitão de retorno. O tirador, quando se manobra cargas pesadas, deve sair do moitão de retorno para um guincho acionado manual ou mecanicamente.

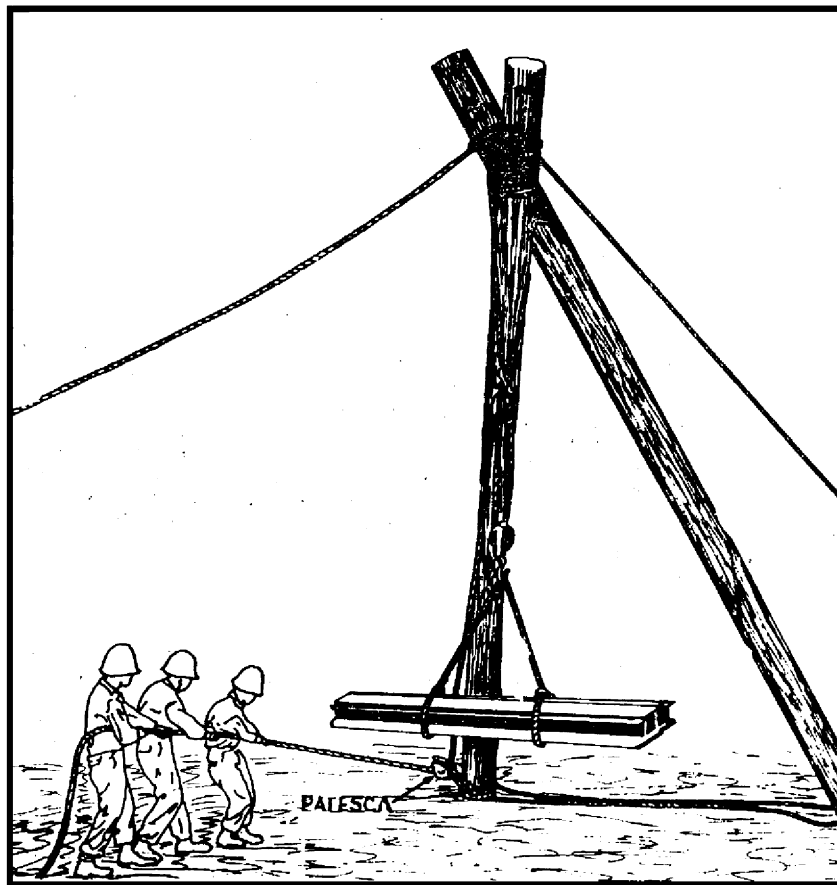



Figura 16. Operação de uma cábrea

d. Guindaste improvisado

1) Generalidades

a) O guindaste improvisado nada mais é que um pau de carga ao qual se adaptou uma lança. Deve-se usar esta combinação, quando se tem de içar cargas muito afastadas da base de um pau de carga, a fim de não inclinar demais a longarina deste e, em conseqüência, sobrecarregar o estai traseiro. Na manobra de cargas médias, a lança pode girar em torno do pau de carga. Para que a lança possa girar com cargas pesadas, deve-se montá-la numa plataforma giratória; e o pau de carga e a lança devem ser montados de modo que girem como uma unidade. Em instalações mais estáveis, é melhor preparar o pau de carga separadamente e adaptá-lo a outra longarina ou mastro. Neste caso, o pau de carga é fixo e o mastro é montado numa plataforma giratória. Isto permite o estaiamento rígido do pau de carga e um giro superior a 180° da lança.

2) Preparação

a) Generalidades

(1) Para içar cargas médias, pode-se montar uma lança que gire independentemente da longarina. Deve-se tomar cuidado, para garantir a segurança dos que vão trabalhar na instalação. Esse tipo de guindaste só deve ser usado temporariamente, ou quando não houver tempo para montar uma instalação mais estável. Quando se combina

uma lança com um pau de carga, produz-se maior esforço no estai traseiro, razão por que há necessidade de um estai mais forte. No caso de não dispor de cabo mais grosso, pode-se usar, como estai, um jogo de talha gornido com cabo de mesma bitola do usado na talha de içamento, estendendo a talha do topo do pau de carga ao ponto de amarração. O cadernal ligado ao pau de carga deve ser preso no mesmo ponto em que o são os outros estais e da mesma maneira.

b) Processo

(1) Prepare um pau de carga, conforme foi explicado e amarre outro cadernal, cerca de 60 ou 90 centímetros abaixo da amarração da talha existente no topo da longarina. Esse cadernal deve ser gornido, de modo que receba o tirador do cadernal móvel e não do cadernal fixo.

(2) Monte o pau de carga, conforme foi descrito e enfie o tirador da talha no cadernal extra acima, colocado no topo da longarina, antes da montagem.

(3) Escolha uma longarina que tenha o mesmo diâmetro e no máximo 2/3 do comprimento da do pau de carga, para servir de lança. Pregue dois sarrafos na extremidade mais grossa da lança e amarre-os com cabo, formando uma forquilha. Coloque cunhas por baixo da amarração, junto aos sarrafos, para ajudar a firmar a forquilha.

(4) Amarre outro cabo em torno da amarração, dando pelo menos quatro voltas e remate com um nó direito. Pregue travas no mastro, cerca de 1,20 metros acima do ponto de descanso do pé da lança e de pelo menos quatro voltas de cabo em torno do mastro, acima das travas.

(5) Usando a talha do pau de carga e uma linga, suspenda o pé da lança até a altura desejada, no mastro. Para suportar o pé da lança nesta posição, faça uma linga, passando pelo menos quatro voltas de cabo, entre as voltas feitas em torno do mastro e as voltas feitas em torno do pé da lança.

(6) Amarre o cadernal móvel da talha do pau de carga no topo da lança, conforme já foi descrito e amarre o cadernal fixo da talha da lança no mesmo ponto. A talha da lança deve ser gornida, de modo que o tirador saia do cadernal fixo e atravesse o moitão de retorno existente na base do pau de carga. O uso deste moitão de retorno é facultativo, porém é vantajoso, quando se manobra cargas pesadas, pois permite que se aplique mais força a um cabo horizontal que passe por ele, evitando sobrecarga na lança e nos estais.

3) Montagem

a) Suspende-se e coloca-se a lança em posição, depois de feita a preparação. Quando se trabalha com cargas pesadas, o pé da lança deve assentar no solo, junto à base da longarina. Quando se trabalha com cargas leves, pode-se usar uma posição mais próxima da horizontal. Em hipótese alguma, deve a lança assentar sobre qualquer parte acima do primeiro terço da longarina.

4) Operação

a) Uma lança combinada com um pau de carga proporciona um meio satisfatório para carregar e descarregar caminhões ou pranchas, quando não se pode colocar a base do pau de carga a próxima da carga a ser içada. Este tipo de guindaste também é usado nas docas e cais, para descarregar embarcações. Faz-se girar a lança, empurrando-se diretamente a carga ou puxando-se a mesma com cabos. Regula-se o ângulo que a lança forma com a longarina, puxando-se o tirador da talha do pau de carga. Suspende-se e abaixa-se a carga, puxando-se o tirador da talha da lança. Geralmente, coloca-se um moitão

de retorno junto à base do pau de carga. O tirador da talha da lança deve passar por dentro do moitão de retorno e ir ter a um guincho acionado manual ou mecanicamente, o qual iça realmente a carga.

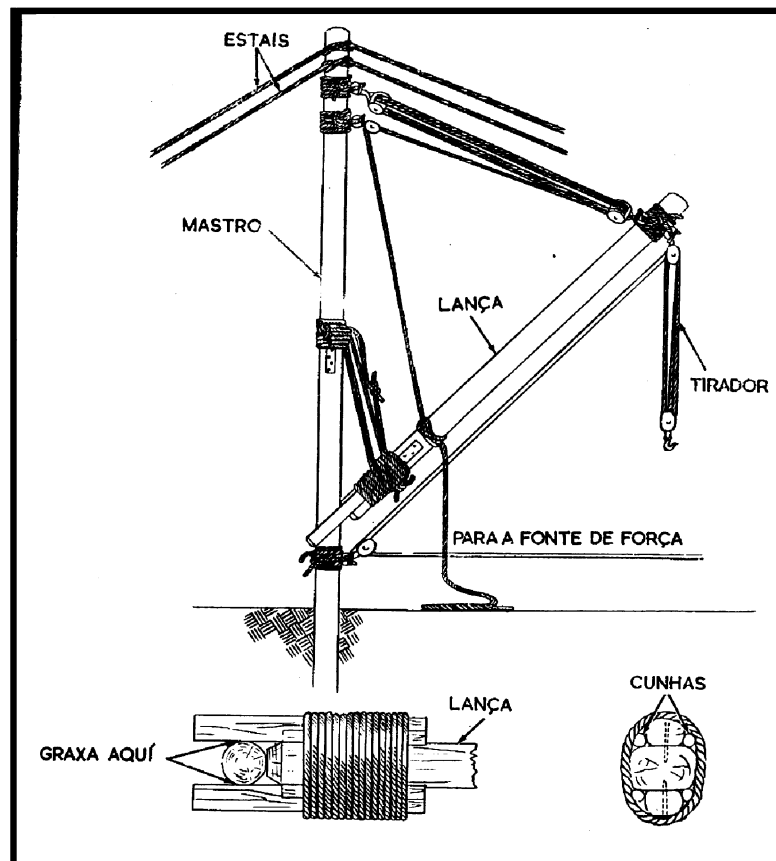



Figura 17. Guindaste improvisado

e. <u>Talha de corrente</u>

1) Em circunstâncias particulares, as talhas de corrente constituem um processo conveniente e eficiente de içamento manual. As principais vantagens das talhas de corrente são as seguintes: a carga pode ficar parada no ar sem precisar atenção e talha pode ser operada por um homem, para içar cargas pesando várias toneladas. O movimento lento de elevação de uma talha de corrente, permite pequenos movimentos, regulações precisas de altura e manejo delicado das cargas. O rendimento pode ser medido no campo. As talhas de corrente diferem largamente, quanto ao seu rendimento, o qual depende de duas capacidades normais e pode variar de 5 a 250. Há três tipos gerais de talhas de corrente para operação vertical:

a) Talha diferencial

(1) A talha diferencial tem uma eficácia de apenas 35%, porém é satisfatória para cargas leves e quando usada ocasionalmente.

b) Talha de engrenagem de dentes retos

(1) A talha de engrenagem de dentes retos é a mais satisfatória para um trabalho corrente, quando se dispõe de um número reduzido de homens e se tem de usar a talha com freqüência. A eficiência deste tipo de talha é de 85%.

c) Talha de engrenagem helicoidal

(1) A eficiência da talha de engrenagem helicoidal é de cerca de 50% e ela é satisfatória, quando usada com pouca freqüência.

2) As capacidades de carga das talhas de corrente, geralmente, são marcadas na caixa do cadernal superior. A capacidade de carga nominal varia de meia tonelada para cima. Existe um tipo de talha para pequenas trações horizontais de objetos pesados. Geralmente, a peça mais fraca das talhas de corrente é o gato inferior. Isto constitui uma precaução, de modo que o gato inferior é sobrecarregado antes da talha de corrente. Quando sobrecarregado, o gato inferior começa a abrir-se, o que indica ao operador a aproximação do ponto de sobrecarga da talha de corrente. Em circunstâncias normais, a tração exercida numa talha de corrente, por um ou dois homens, não a sobrecarrega. As talhas de corrente devem ser inspecionadas com freqüência. Qualquer sinal de deformação ou de desgaste excessivo no gato é motivo bastante para que seja substituído. Se os elos da corrente estão deformados, isto é sinal de que a talha foi muito sobrecarregada; provavelmente, ela não oferece mais segurança e deve ser condenada.

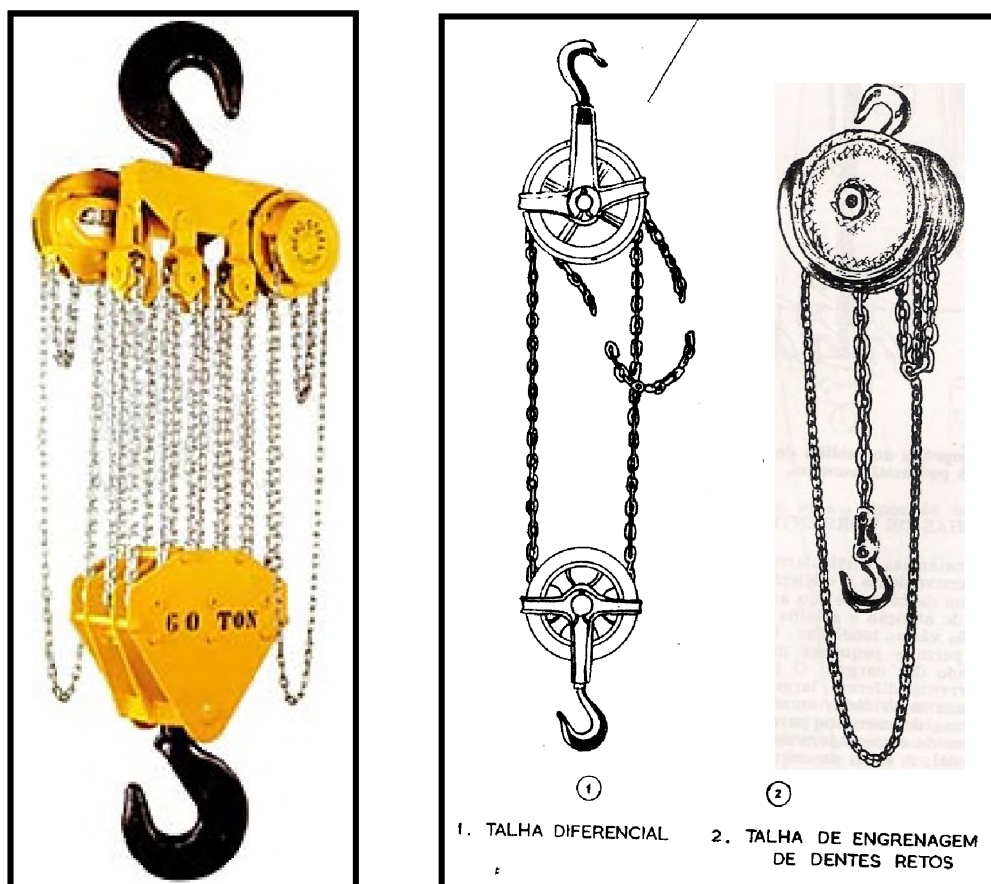



Figura 18. Talhas de corrente

f. Guincho

1) Nos trabalhos de içamento realizáveis no campo, pode-se usar guinchos acionados por motor, combinados com talhas, ou guinchos montados em viatura. Quando se usa guincho montado em viatura, esta deve ser colocada numa posição tal, que permita ao operador observar a carga durante o seu içamento.

Figura 19. Guincho de coluna

g. Tirfor

2) Instruções para utilização do Tirfor

a) Coloque as alavancas A e B na posição indicada pela figura.

b) Empurre a alavanca C até que a mesma se encaixe no ressalto da borda interna.

c) Introduzir o cabo através do orifício E até que apareça no gancho.

d) Solte a alavanca C a fim de prender o cabo.

e) Ancore o tirfor através do gancho D.

f) A alavanca A serve para tracionar (avanço) e a alavanca B para retroceder (ré).

g) A embreagem é utilizada apenas para colocar e retirar o cabo, desde que o mesmo esteja frouxo. Não mexer na embreagem com o cabo esticado.

3) Legenda

a) Alavanca A: Alavanca de avanço

b) Alavanca B: Alavanca de ré

c) Alavanca C: Alavanca de embreagem

d) Peça D: Gancho

e) Peça E: Orifício de entrada do cabo de aço

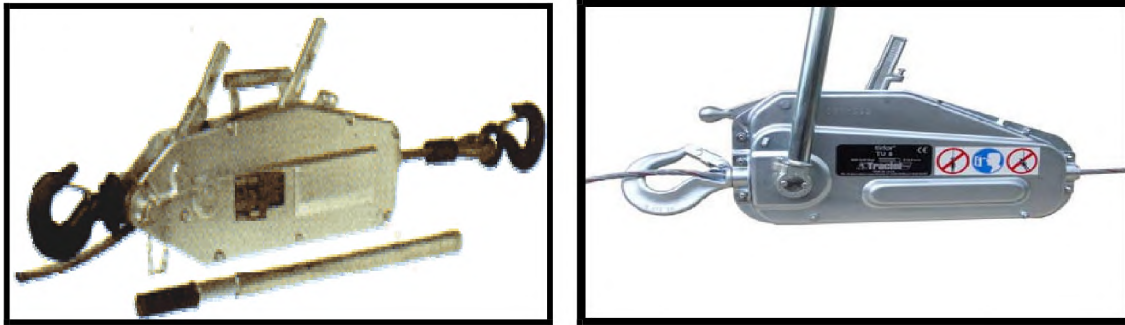



Figura 20. Modelos de tirfor

4) Características técnicas de alguns modelos de tirfor

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE ALGUNS MODELOS DE TIRFOR

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	TS	T.86	T-7
Força direta (Kg)	1500	3000	750
Peso c/ alavanca telescópica	21,5	30	7
Medidas externas (cm)	63 x 36 x 15	72 x 33 x 15	51,5x 26,5x11
Velocidade de acionamento por min (m)	3	1 a 3	3
Diâmetro do cabo (mm)	12	16	8
Carga de ruptura do cabo (Kg)	8000	18000	4300
Comprimento padrão do cabo (cm)	20	10	15

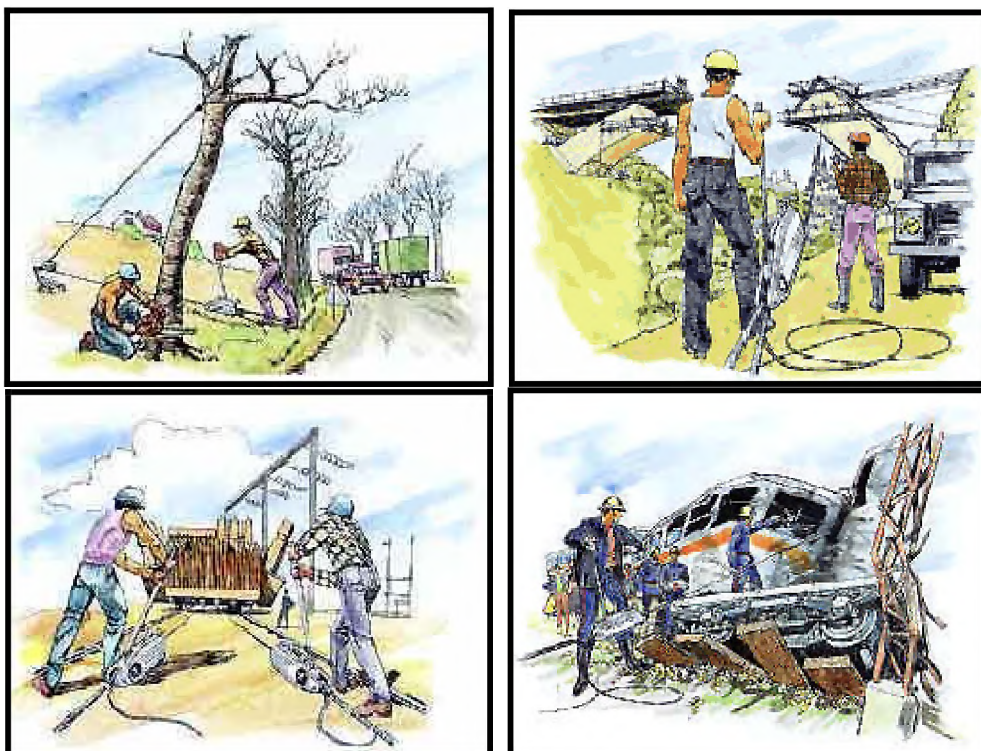



Figura 21. Aplicações do tirfor

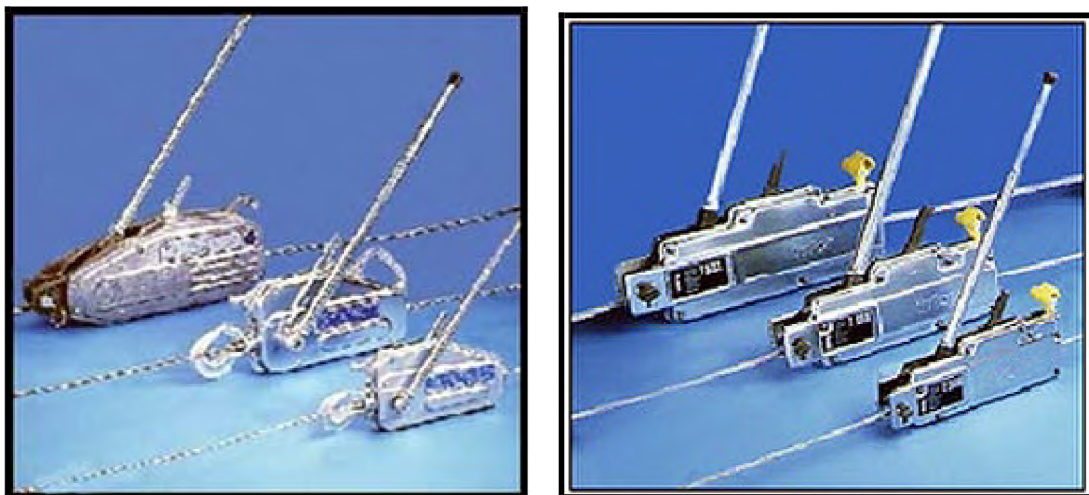



Figura 22. Modelos de tirfor

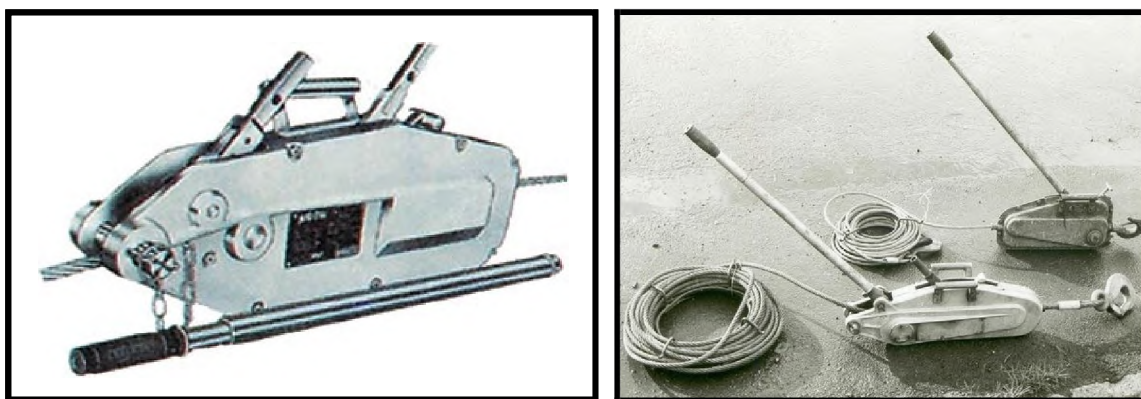



Figura 23. Modelos de tirfor

h. Cabrestante espanhol

1) Usa-se o cabrestante espanhol para deslocar uma carga no solo ou para iça-la, mediante o emprego de cadernais. Para fazer um cabrestante espanhol, ligue um cabo à carga e a um ponto de amarração um pouco afastado. Coloque uma peça roliça e curta, verticalmente, ao lado deste cabo, aproximadamente no meio da distância compreendida entre o ponto de amarração e a carga. Esta peça pode ser um cano ou uma estaca, porém uma ou outra deve ter o maior diâmetro possível. Faça uma alça no cabo e com ela envolva parte da peça vertical. Introduza, horizontalmente, a extremidade de um pequeno bastão nesta alça. Esta peça deve ser um cano ou barra, suficientemente forte e comprido para funcionar como alavanca. Gire o bastão horizontal em torno da peça vertical, enrolando o cabo em torno desta. Isto dá lugar ao encurtamento do cabo e à tração da carga. As duas partes do cabo, junto à peça vertical, devem ficar tão próximas quanto possível, a fim de que a peça não se incline.

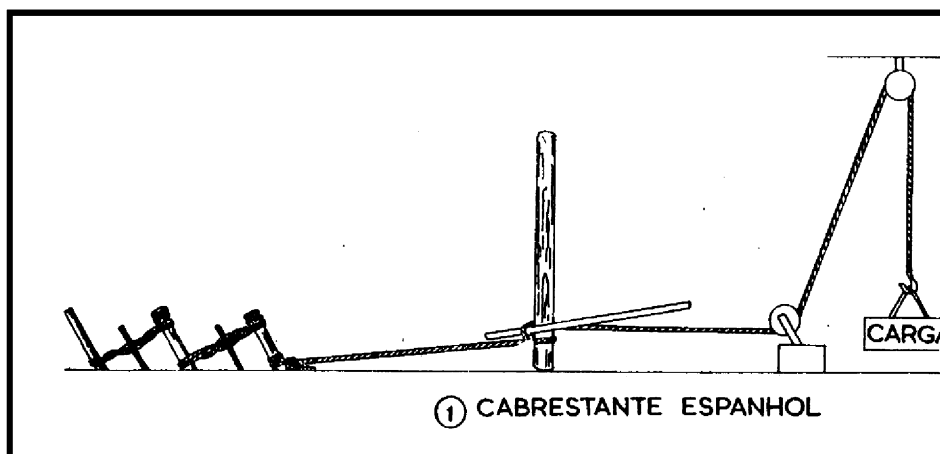



Figura 24. Cabrestante espanhol

i. Sarilho improvisado

1) Pode-se improvisar um sarilho para içar cargas a pequenas alturas. Monte-se um pedaço de cano horizontalmente, num caixilho. Com o cabo que vem da carga, dê várias voltas em torno do cano., de modo que o atrito do cabo sobre o cano seja eficiente. Gire o cano com auxílio de chaves de cano, ou de uma alavanca, que é colocada numa extremidade do cano. Se o comprimento do braço da alavanca for constante, um cano de maior diâmetro acelerará a operação, porém diminuirá o rendimento.

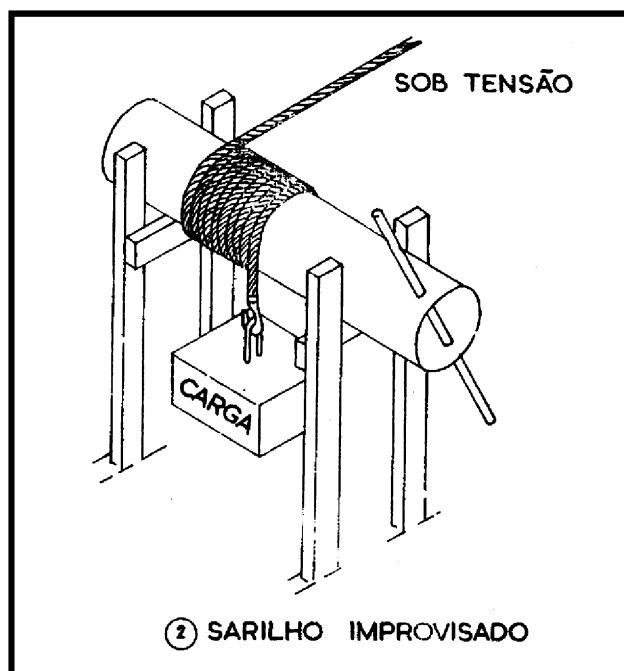



Figura 25. Sarilho improvisado

j. Torcimento de um cabo sem fim

1) Pode-se deslocar uma carga à curta distância, torcendo-se um cabo sem fim. Passe o cabo que vem da carga a ser tracionada ou içada, em torno de um ponto de amarração um pouco afastado e traga-o de volta à carga, amarrando-o a ela. Coloque um bastão resistente entre as duas partes do cabo e gire-o num plano vertical, torcendo o cabo. À medida que se torce o cabo encurta, arrastando a carga numa curta distância.

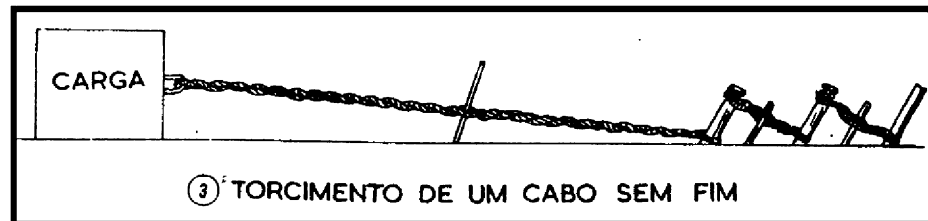



Figura 26. Torcimento de um cabo sem fim

l. Plataforma de arrasto

1) As plataformas de arrasto de madeira podem ser colocadas, longitudinalmente, sob cargas pesadas, a fim de distribuir o peso sobre uma área maior, constituir uma superfície lisa para o deslizamento da carga, ou formar uma rampa para o uso de rolos. As plataformas de arrasto construídas com pranchões de 5 ou 7,5 cm de espessura e cerca de 4,50 m de comprimento são satisfatórias para a maior parte das operações. O ângulo que a plataforma de arrasto forma com o solo deve ser pequeno, a fim de evitar que a carga se desvie ou fique fora de controle. Pode-se passar graxa numa plataforma de arrasto, apenas quando se trata de movimento horizontal. Contudo, o uso da graxa é quase sempre perigoso, porque pode desviar a carga para um dos lados, repentinamente.

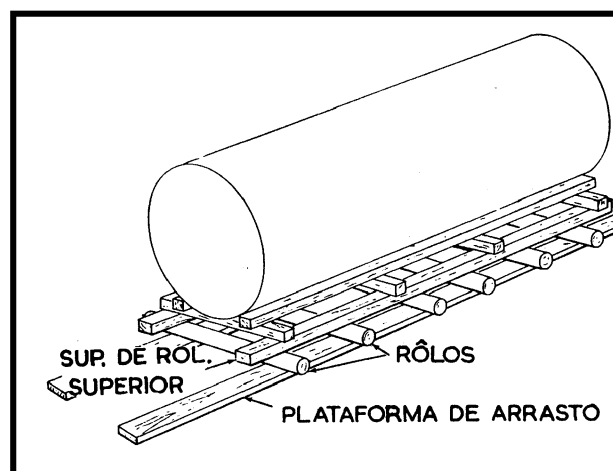



Figura 27. Plataforma de arrasto

m. Rolos

1) Para deslocar uma carga muito pesada , podemos usar rolos de madeira dura ou de cano sobre uma plataforma de arrasto. Esta proporciona aos rolos uma superfície de rolamento lisa e contínua. Os rolos devem ser lisos, redondos e de comprimento superior à largura da carga. A carga deve assentar sobre peças de madeira longitudinais, que constituirão a superfície de rolamento superior dos rolos. A superfície de rolamento inferior dos rolos deve ser contínua. Os pranchões desta podem ser unidos cuidadosamente, topo a topo, ou samblados, de modo que as samblagens dos pranchões não se correspondam. Outro sistema que proporciona uma superfície de rolamento contínua, consiste em colocarem-se os pranchões no solo, separadamente, com suas extremidades sambladas, de modo que os rolos assentem, sempre, sobre dois pranchões pelo menos. Colocam-se quatro ou cinco rolos sob a carga e alguns deles à frente da mesma.

2) Deve-se fazer a carga rolar vagarosamente para a frente, sobre os rolos. À medida que a carga avança, vão sobrando rolos atrás da mesma, os quais devem ser apanhados e colocados à frente dela, de modo que haja sempre uma esteira contínua de rolos. Ao fazer uma curva com uma carga sobre rolos, devem-se inclinar os rolos da frente, ligeiramente, no sentido da curva e os detrás, no sentido oposto. Pode-se obter a inclinação dos rolos, golpeando-os vivamente com uma marreta. Para deslocar cargas mais leves, pode-se fazer um transportador semi-permanente, montando-se os rolos, por meio de eixos, em duas vigas laterais. Existem transportadores permanentes de rolos metálicos, geralmente constituídos de seções, para o deslocamento de cargas muito leves.

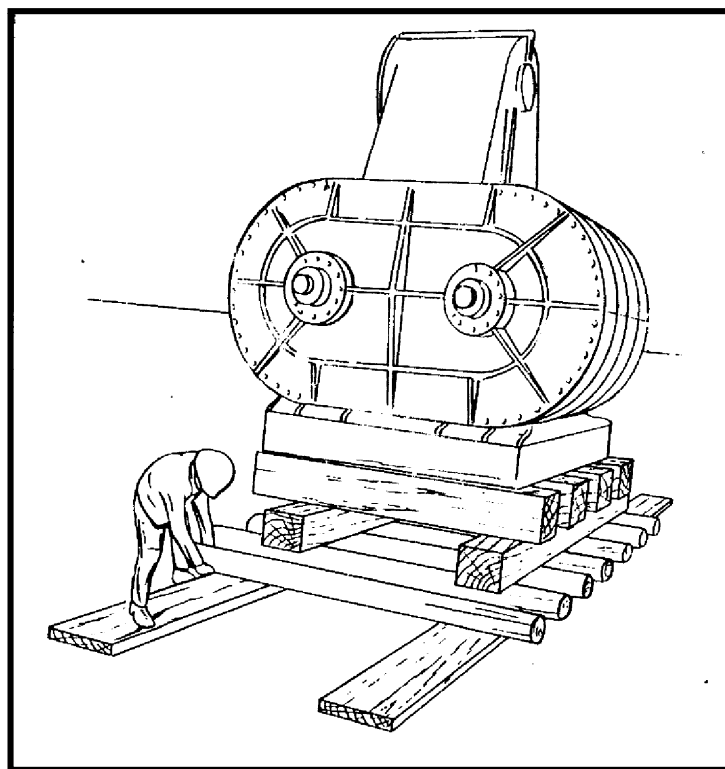



Figura 28. Rolos

n. Macacos

1) Generalidades

a) Na colocação de pilhas de vigas, plataformas de arrasto ou rolos, algumas vezes torna-se necessário levantar a carga a uma pequena altura. Para este fim, usa-se macacos. Os macacos também são usados na colocação precisa de cargas pesadas, tais como lances de pontes, ou para suspender ou baixar cargas pesadas a pequenas alturas. Existem diferentes tipos de macacos, porém só se devem usar os macacos hidráulicos ou de rosca, que se destinam a serviços pesados. O número de macacos que se deve usar, depende do peso da carga e da capacidade nominal dos macacos. Verifique se os macacos estão providos de sapatas sólidas. Existem macacos, cuja capacidade varia de 5 a 100 toneladas. Os macacos de pequena capacidade são operados por meio de uma cremalheira ou de um parafuso, enquanto que os de grande capacidade, geralmente, o são hidraulicamente.

2) Macacos com alavanca e catraca

a) O macaco com alavanca e catraca, destinado às tropas de engenharia, como parte do equipamento da ponte de painéis, é um macaco de cremalheira cuja capacidade nominal é de 15 toneladas. Ele tem um segundo encaixe, que lhe permite apanhar cargas junto de sua base, onde a capacidade nominal é de 7,5 toneladas.

3) Catracas de barco a vapor

a) As catracas de barco a vapor (algumas vezes chamados de macacos de empurrar e puxar) são macacos de rosca e catraca, de 10 toneladas de capacidade nominal, que permitem juntar ou afastar as peças. São usados, principalmente, para apertar cabos ou amarras e para espaçar ou contraventar peças numa construção de ponte.

4) Macacos de rosca

a) Os macacos de rosca, que tem uma capacidade nominal de 12 toneladas, são fornecidos com o Equipamento de Sapador - Pelotão de Engenharia. Eles tem cerca de 33 cm de altura, quando fechados e proporcionam uma elevação segura de pelo menos 18 cm. Pode-se usar este macaco para fins gerais, inclusive em edificações em aço.

5) Macacos hidráulicos

a) Há macacos hidráulicos, cujas capacidades chegam a 100 toneladas. As cargas normalmente encontradas pelas tropas de engenharia, não exigem macacos hidráulicos de grande capacidade. Os macacos fornecidos com o Equipamento de Sapador - Grupo de Engenharia tem uma capacidade nominal de 12 toneladas e uma elevação de pelo menos 13 cm, que são suficientes para as necessidades normais.

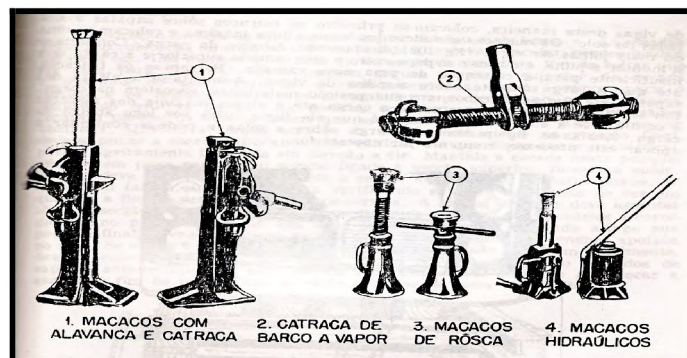



Figura 29. Macacos

o. <u>Ponte Rolante</u>

Ponte rolante são dispositivos de manobras de força com grande capacidade (1 a 600 toneladas) que tem a finalidade de movimentar cargas a alturas elevadas e grandes distâncias.

Figura 30. Pontes rolantes

p. <u>Guindastes</u>

São meios modernos que se destinam a movimentação de cargas de grande capacidade.

Figura 31. Modelos de guindastes

5. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Exército Brasileiro. **Aparelhos de Força**. Pontes. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, p. 25-33, 19?

BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual Técnico de Aparelhos de Força – T5-725**. Rio de Janeiro: EGGCF, 1957.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Transposição de Obstáculos.** Manual de Campanha C21-78. Brasília: EGGCF, 1980.

BRASIL. Exército Brasileiro**. Vade-Mecum de Engenharia, C 5-34.** Brasília: EGGCF, 1983.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Aparelhos de Força**. Pontes Leves e Pesadas. 1998.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Aparelhos de Força**. Transposição de Cursos de Água. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, 1995.

US ARMY. **Anchorages and Maintenance.** Military Floating Bridge Equipment, TM 5-210. Washington, DC: 1970.

US ARMY. **Rigging Techniques, Procedures and Applications.** Field Manual. FM 5-125. Washington, DC: 1995.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

MOTOR DE POPA

1. INTRODUÇÃO

O motor de popa ou propulsor é um equipamento leve destinado a impulsionar embarcações.

É um equipamento que exige mão-de-obra especializada, geralmente é importado e possui um custo de manutenção relativamente alto.

Os motores de popa mais conhecidos e utilizados, atualmente, são das marcas Johnson, Envirude, Mariner, Mercury, Suzuki, Yamaha, Honda e Nissan.

Os responsáveis pelo emprego dos motores de popa são os operadores de motor de popa.

A responsabilidade pelo transporte, manutenção e armazenamento dos motores de popa nos Batalhões de Engenharia de Combate é do Pelotão de Equipagem de Assalto da Companhia de Engenharia de Pontes. Nas Cia E Cmb (Bda) a responsabilidade é do Pelotão de Pontes.

Figura 1. Exemplos de motores de popa da marca Honda

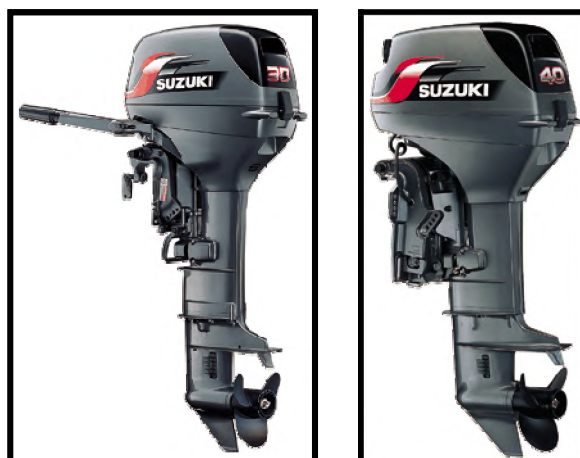



Figura 2. Exemplos de motores de popa da marca Suzuki

Motor de Popa - 2

Figura 3. Exemplo de motor de popa da marca Mercury

Figura 4. Exemplos de motores de popa da marca Johnson

Motor de Popa - 3

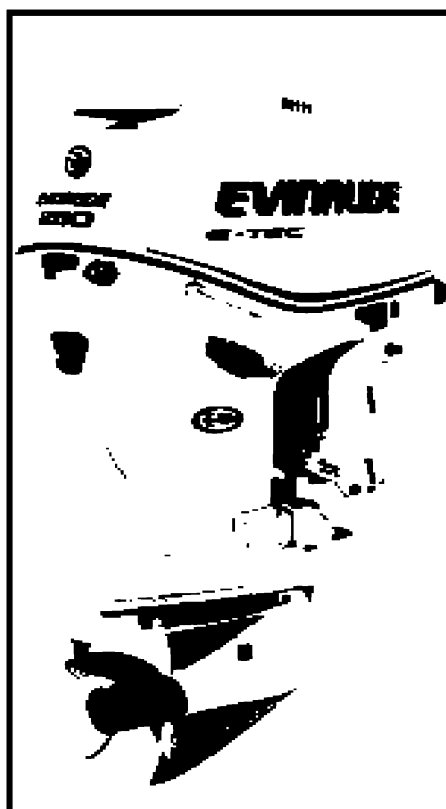



Figura 5. Exemplo de motor de popa da marca Envirude

Figura 6. Exemplo de motor de popa da marca Nissan

Motor de Popa - 4

Figura 7. Exemplo de motor de popa da marca Yamaha

Figura 8. Exemplo de motor de popa da marca Mariner

2. APRESENTAÇÃO

a. Generalidades

Os motores de popa compõem-se de três partes principais: cabeça de força, seção intermediária e caixa de engrenagens.

1) Cabeça de força (motor)

Constituída por um motor de dois cilindros a dois tempos, responsável pela energia mecânica necessária à propulsão da embarcação. Como anexos possui sistemas de alimentação, distribuição, ignição, lubrificação, arrefecimento, além do sistema manual de partida.

2) Seção intermediária

Constituída basicamente pelo suporte de popa, braço de direção (com acelerador), mesa giratória e carcaça do escape. Esta interposta entre a cabeça de força e a caixa de engrenagens e é responsável, basicamente, pelo posicionamento do motor de popa na embarcação. Proporciona ao operador o comando da direção, aceleração e proteção do eixo de transmissão.

3) Caixa de engrenagens

Estrutura localizada na parte terminal inferior do motor de popa, composta de uma caixa contendo, basicamente, um pinhão e duas engrenagens cônicas destinadas a transmitir o movimento do eixo de transmissão para o eixo propulsor, fazendo também a inversão da bomba d'água, fundamental para o arrefecimento do motor.

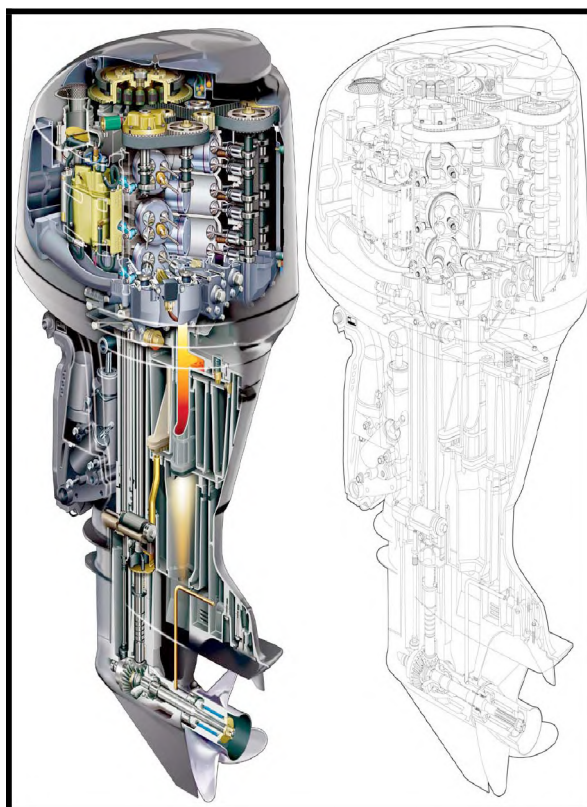



Figura 9. Partes principais de motor de popa de grande potência

b. Características técnicas do Motor Johnson 40 HP

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO MOTOR JOHNSON 40 HP

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICAÇÕES
Motor	2 cilindros - 2 tempos
Diâmetro e curso do êmbolo	80,95 x 69,85 mm
Potência	40 HP a 4500 RPM
Cilindrada	719,5 cm3
Limite de operação	4000 a 5000 RPM
Controle da velocidade	acelerador por punho de torção
Carburador	giglê de baixa velocidade ajustável e em alta velocidade fixa
Peso sem tanque de combustível	58,1 Kg
Peso do tanque de combustível vazio	5,0 Kg
Capacidade do tanque de combustível	22,7 litros
Consumo	12,0 litro/hora - à rotação máxima
Mistura (litros óleo 2 tempos/gasolina)	1/50 (Obs)
Lubrificante da transmissão	óleo mineral 90
Lubrificante dos demais sistemas	GC 1
Capacidade de lubrificante na caixa de câmbio	411 ml
Câmbio de marchas	avante - neutro - ré
Ignição	eletrônica
Velas de ignição	baixa rotação: QL77JC4 alta rotação: QL 16 v
Ajuste da abertura do eletrodo da vela	abertura permanente
Torque na vela	24 a 27 N.m
Relação de redução	12:21
Hélice	de alumínio com 3 pás
Diâmetro e passo da hélice	27,3 x 27,9 cm

Obs.: Para gasolina com álcool adicionado a 20 %, a proporção da mistura óleo 2 tempos/litros de gasolina passa a ser 1/40.

Figura 10. Motor de popa Johnson 40 HP J 40 RSTD

Figura 11. Motor de popa Johnson 40 HP SJ 40 RCLA

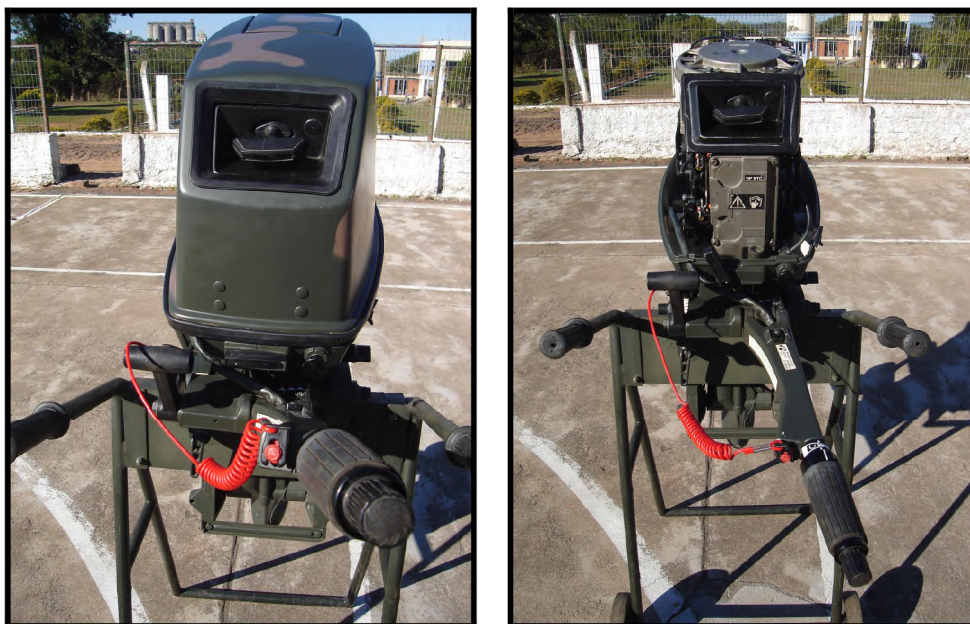



Figura 12. Motor de popa Johnson 40 HP J 40 RSTD

Figura 13. Motor de popa Johnson 40 HP J 40 RSTD

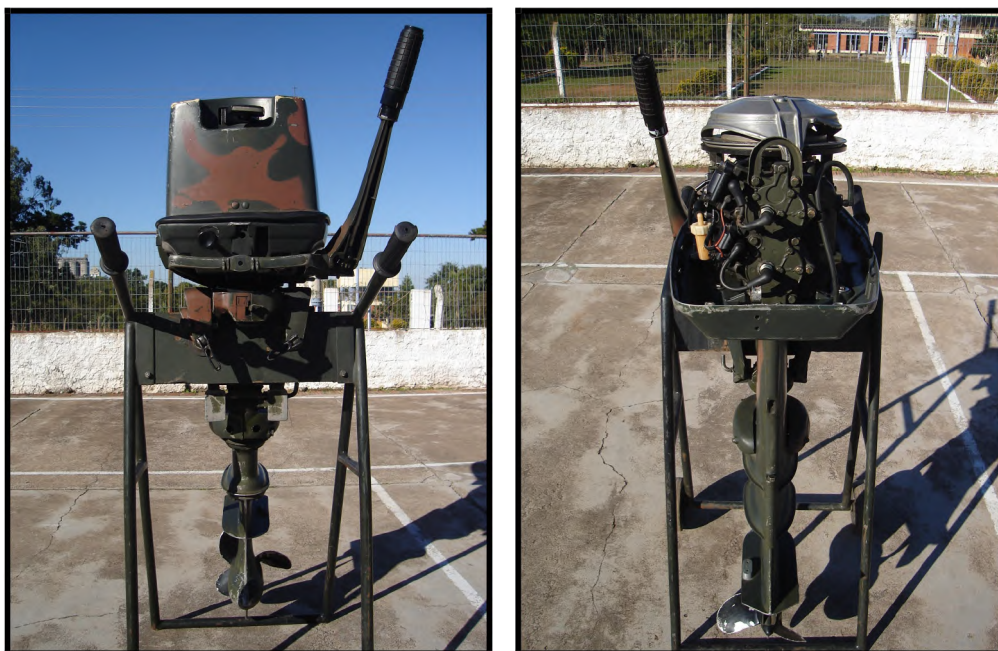



Figura 14. Motor de popa Johnson 40 HP SJ 40 RCLA

Figura 15. Motor de popa Johnson 40 HP SJ 40 RCLA

3. OPERAÇÃO

a. Operação em condições normais

1) Cuidados no transporte do motor

a) O bloco do motor deve ficar em nível mais alto do que a caixa de engrenagens. Sempre que possível deve ser transportado ou armazenado em posição de operação, isto é, em pé.

b) Jamais tente transportar o equipamento pelo punho de comando, pois trata-se de uma peça sensível, cuja finalidade é, unicamente, a operação, aceleração e direção.

c) Evite choques com a hélice porque qualquer avaria, por insignificante que seja é o suficiente para alterar o bom funcionamento do motor. O empenamento ou outras avarias altera o balanceamento com prejuízos para o motor e para o sistema de transmissão.

2) Instalação do motor e ângulo de ajustagem

a) Para obter o máximo rendimento é necessário que o motor de popa após instalado na embarcação esteja perpendicular a linha d'água.

b) O nível mínimo de operação permitido é alcançado quando a placa de cavitação fica submersa.

c) O nível máximo de operação não deve exceder a 30 centímetros acima da placa de cavitação.

3) Período de amaciamento

a) Durante a operação inicial de um motor novo terão que ser adotados alguns procedimentos cujo desconhecimento poderá resultar em graves avarias.

b) Primeira hora: Durante os 10 minutos iniciais o motor deve ser operado em marcha lenta. Durante o restante da 1ª hora, não deverá ultrapassar meia aceleração. Verifique freqüentemente se um jato contínuo de água sai do indicador da bomba d'água. Isto indicará o funcionamento apropriado da bomba d'água.

c) Segunda hora: O motor deverá ser operado a três quartos da velocidade aproximadamente. Em intervalos durante a segunda hora, acelere a máxima potência em períodos de um a dois minutos, voltando à posição inicial de três quartos de aceleração para um período de resfriamento.

4) Procedimentos para partida

a) O tanque de combustível deverá ser colocado na embarcação de forma a não permitir a movimentação.

b) Verificar se a mangueira de combustível não está dobrada sobre o tanque.

c) Deverá ser deixada uma folga na mangueira de combustível para permitir a direção.

d) Coloque a alavanca de trava de ré na posição travada.

e) Introduza o conector da mangueira de combustível no motor até que a alavanca de trava se encaixe no seu lugar. Para desconectar a mangueira de combustível aperte a trava do conector da mangueira de combustível e retire-a do motor.

f) Segurando o lado de saída ligeiramente para cima aperte várias vezes o bulbo afogador da linha de combustível até sentir resistência.

g) Gire o punho de aceleração para a posição de câmbio.

h) Acione a alavanca de câmbio para a posição neutro.

i) Gire o punho do acelerador para a posição de arranque.

j) Se o motor estiver frio, puxe duas vezes o botão do afogador ao máximo e retorne-o para a posição de aquecimento (linha colorida aparecendo). Se o motor não arrancar depois de puxar a corda do arranque algumas vezes, afogue novamente.

l) Se o motor estiver aquecido não use o afogador, só fazendo se o motor falhar para arrancar.

m) Puxe lentamente o punho do arranque até que ele engate, puxe depois com força. Repita se necessário até que o motor arranque. A fim de evitar danos ao conjunto do arranque, permita que a corda do arranque se rebobine antes de soltar o punho.

n) Quando o motor estiver suficientemente aquecido, empurre o afogador para a posição de marcha, sem aparecer nenhuma linha colorida. O afogador manual tem duas funções: ele afoga o motor para proporcionar uma partida rápida a frio; e proporciona combustível extra para o aquecimento.

o) Verifique se um jato contínuo de água sai do indicador da bomba d'água. Isto indica o funcionamento apropriado da bomba d'água.

p) Verifique o funcionamento do alívio do escape. Este dispositivo reduz a contrapressão do escape, proporcionando uma operação mais suave à baixa velocidade e em marcha lenta.

q) Se o motor não arrancar, consulte o quadro de diagnóstico.

r) A fim de evitar o deslocamento repentino da embarcação, com o risco de pessoas ou objetos serem arremessados para fora, somente deverá ser dada a partida com a alavanca de câmbio na posição neutro.

s) A fim de evitar superaquecimento do motor e danos à bomba d'água, nunca opere o motor fora dá água, ainda que momentaneamente.

t) Para evitar danificar o mecanismo de câmbios, não tente mudar de neutro para avante ou ré, quando o motor não estiver funcionando.

5) Causas prováveis de uma partida difícil

a) Reservatório de combustível vazio.

b) Mangueira ligada incorretamente entre o reservatório e o motor.

c) Agulha da marcha lenta desregulada (gire de uma a duas voltas a partir da fechada).

d) O afogador não está puxado.

e) Gasolina de má qualidade.

f) Mistura incorreta (excesso de óleo).

g) Presença de água na gasolina. Caso positivo, devemos drenar o tanque e o carburador. O carburador possui um bujão de dreno na parte inferior e frontal da cuba.

h) Velas sujas, descalibradas (alguns modelos) ou instaladas com torque incorreto.

i) Cabos das velas de ignição soltos.

j) Acelerador fora da posição de partida.

l) Parafuso de ventilação não totalmente aberto.

m) Estando o motor frio - não ter sido afogado suficientemente.

n) Estando o motor aquecido - ter sido afogado excessivamente (corrija desconectando a mangueira de combustível e dando partida no motor até desobstruí-lo).

o) Filtro da bomba de combustível obstruído.

p) Filtro auxiliar de combustível obstruído.

6) Mudança de velocidade

a) Para avançar - Depois que o motor estiver girando suavemente, retarde o controle de aceleração para a posição de câmbios ou mais baixa. Mova a alavanca de câmbios para avante com um movimento firme. Não mude as marchas do motor com o controle da aceleração além da posição de câmbios.

b) Para aumentar a velocidade - Gire o controle de aceleração no sentido anti-horário em direção a rápido.

c) Para diminuir a velocidade - Gire o controle da aceleração no sentido horário em direção a devagar.

d) Para retroceder - Retarde o controle de aceleração para uma posição dentro da área de câmbios. Mova a alavanca de câmbios para marcha ré com um movimento firme. Cuidado especial deverá ser empregado ao operar em ré, visto que o motor não tem proteção do basculamento automático ao colidir com um obstáculo submerso.

7) Partida de emergência

a) Se o arranque manual falhar remova a tampa do motor e em seguida os três parafusos que prendem o arranque, removendo-o.

b) Se a corda do arranque estiver partida, ela poderá estar suficientemente longa para ser usada como corda de emergência. Caso contrário, obtenha uma corda de 6 mm (1/4"), cadarço de coturno, e faça um nó em uma das pontas.

c) Coloque o nó da ponta da corda no entalhe da polia situada na parte superior do volante. Enrole a corda ao redor no sentido horário.

d) Coloque a alavanca de trava de ré na posição travada.

e) Conecte a linha de combustível no motor e o tanque.

f) Segurando a ponta da saída ligeiramente para cima, aperte seguidamente o bulbo afogador da linha de combustível até sentir resistência.

g) Gire o punho acelerador para a posição de câmbios ou mais baixa.

h) Coloque a alavanca de câmbios na posição neutro.

i) Gire o punho do acelerador para a posição de partida.

j) Estando o motor frio, puxe duas vezes o botão do afogador ao máximo, retornando a seguir para a posição de aquecimento (linha colorida aparecendo). Se o motor não arrancar depois de puxar a corda algumas vezes, afogue-o novamente.

l) Estando o motor aquecido não use o afogador, só o fazendo se o motor falhar em arrancar.

m) Para arrancar o motor, gire com força a corda do arranque.

n) Depois que o motor arrancar, não tente recolocar o arranque ou a tampa do motor.

o) Não toque as bobinas de ignição ou nos cabos das velas de ignição, quando o motor estiver sendo arrancado ou quando estiver girando. Sob certas condições, o choque produzido poderá causar graves lesões pessoais.

p) O motor somente deverá ser posto em funcionamento na posição neutro.

8) Cuidados durante o deslocamento

a) A velocidade de deslocamento não deverá exceder, em princípio, a 2/3 da capacidade do motor. A ultrapassagem deste limite pode ser prejudicial ao motor.

b) Atentar constantemente para o orifício de saída d'água. O controle do arrefecimento é tão importante quanto a lubrificação, e seu mau funcionamento acarreta danos irreparáveis a diversos componentes do motor.

c) Procure não navegar em trechos com pouca profundidade, evitando um provável entupimento dos orifícios de entrada d'água para o sistema de arrefecimento.

9) Parada do motor

a) Para parar o motor reduza o acelerador completamente, mude a marcha para neutro e pressione o botão de parada até que o motor pare.

b) Após a parada do motor desconecte a linha de combustível enrolando-a na parte superior do tanque. Isto prevenirá vazamentos de combustível, protegerá a mangueira e o conector contra avarias e ajudará a evitar a entrada de areia ou impureza nos conectores. Feche o parafuso de ventilação da tampa de abastecimento para evitar o escape de vapores de combustível em locais de armazenagem.

10. Conduta a seguir no caso do motor cair na água

a) Retirar o motor da água imediatamente

b) Limpar o motor externamente.

c) Retirar as velas deixando escoar toda a água dos cilindros.

d) Girar o motor normalmente várias vezes com os orifícios das velas para baixo.

e) Colocar o motor de maneira que o carburador fique virado para baixo (invertido) e girar novamente o motor normalmente até que a água saia totalmente do conjunto da ad-missão.

f) Colocar óleo lubrificante numa proporção de 50 % de gasolina, através dos orifícios das velas e girar novamente várias vezes até que saia toda a água. Repetir o mesmo processo, colocando o combustível através das entradas do carburador.

g) Retirar o volante a fim de limpar e secar o sistema de ignição, usando gasolina pura. Após essa operação deixar o magneto exposto ao sol, durante 3 a 4 horas.

h) Reinstalar o volante, com um torque na porca de 100 libras ou onze quilos por centímetro quadrado usando uma chave dinamométrica.

i) Repetir a operação do item "f", mas usar o combustível do motor.

j) Verificar cuidadosamente a existência de areia, terra ou outros corpos estranhos na parte interna do motor. Essa verificação é feita através dos orifícios das velas ou pela admissão, retirando o carburador. Caso for constatada a existência de tais impurezas o motor deve ser imediatamente recolhido ao órgão técnico.

l) Trocar o óleo da caixa de engrenagens.

m) Ligar o motor em marcha lenta o suficiente para que os resíduos da unidade evaporem pelo escapamento.

n) Havendo ar comprimido no local, passar jatos de ar pelos orifícios das velas e do carburador.

11) Retirada do motor da embarcação e armazenamento

a) Retirar a mangueira de combustível e deixar o motor em marcha lenta até a queima total do combustível do carburador.

b) Caso o motor fique uma semana sem funcionar, retirar as velas e colocar em cada orifício uma colher de óleo dois tempos e girar manualmente várias vezes. Tal operação pode ser substituída fazendo funcionar o motor, semanalmente durante cinco minutos em marcha lenta num tanque de prova. A não observância desta recomendação

ocasionará graves prejuízos ao equipamento, tais como, colamento dos anéis do pistão aos cilindros.

c) Abrir o bujão de dreno localizado na parte inferior da caixa de engrenagens a fim de verificar a existência de água, após essa operação recompletar o nível de óleo. Se for constatada a presença de água ou lubrificantes com indício de deterioração, devem ser substituídos imediatamente. O lubrificante em deterioração apresenta uma coloração diferente do original. Quando em presença de água o lubrificante fica amarelo claro, com tendência a ficar branco, nesse caso deve-se substituí-lo imediatamente.

d) O tanque de combustível deve ser esvaziado se armazenado por mais de uma semana.

e) O equipamento deve ser armazenado na posição de trabalho, isto é, em pé.

12) Hélice

a) Os motores de popa têm duas ou três pás, dependendo da natureza do serviço a que sejam destinados. O tamanho de uma hélice é dado em diâmetro e em passo.

b) Diâmetro de uma hélice de duas pás é a distância entre a extremidade de uma das pás e a extremidade de outra. O diâmetro das hélices de três pás é o diâmetro do círculo descrito por suas pás.

c) Passo é a distância em que a hélice se deslocaria numa rotação completa, caso a água fosse sólida (caso hipotético). Assim, uma hélice cujo passo seja de 12”, deslocar-se-ia de 12 polegadas, se fizesse uma rotação completa no meio sólido.

d) Recuo é a diferença entre o passo teórico e o real, motivada pelo fato de que a água, não sendo sólido, permite a hélice deslizar.

e) O recuo geralmente é de 20 a 40 %, dependendo da eficiência e da velocidade do propulsor.

f) Geralmente os botes pesados ou com grande carga, requerem propulsores com diâmetro e área da pá maiores e passos menores. Os botes leves requerem pás de diâmetro menor e passo maior.

g) Um propulsor com hélice de 12” x 14” é um propulsor de 12 polegadas de diâmetro e l4 polegadas de passo.

Figura 16. Exemplo de hélice

13) Cavitação

a) A formação de um vácuo junto a hélice recebe o nome de cavitação e ocorre quando uma bolsa de ar é aspirada pela hélice que gira dentro da bolsa de ar e faz o motor disparar. Este fenômeno ocorre usualmente quando se usa propulsor de grande passo, o que impede o motor de girar a sua velocidade de máxima eficiência e afasta a água com maior rapidez do que ela é puxada. Isto pode ser corrigido pela escolha de uma hélice de passo menor. Os motores de popa têm uma placa anti-cavitação logo acima da hélice para evitar uma sucção do ar da superfície. Se empregada a hélice apropriada, a cavitação pode ser produzida pelo fato da hélice estar girando muito próxima da superfície ou formação de ar produzida pelas características de construção do bote, ou por vegetação presa ao redor da hélice ou da unidade inferior.

14) Navegação

a) O piloto, normalmente, conduz o bote sentado à direita do motor, ou seja, sentado ao lado da alavanca de mudanças e voltado para a direção de navegação. A mão esquerda comanda a velocidade da embarcação através do acelerador e a direita troca a marcha quando necessário.

b) Antes de iniciar a navegação, libere o basculamento do motor, agindo na trava de inclinação, para evitar sérios danos se bater em obstáculos submersos ou encalhar. Se isso ocorrer, o motor levantará, não sofrendo grandes avarias. Apenas poderá partir-se o pino de cizalhamento deixando o propulsor solto.

c) Evite dar arrancadas e conduzir o motor sempre em altas velocidades. Evite também utilizar baixa velocidade por longos períodos, pois as velas ficarão sujas, funcionando mal e a refrigeração pode ser insuficiente.

d) Quando o motor for posto a funcionar em marcha ré, deve-se tomar o cuidado de travar a inclinação, pois a rotação inversa do motor poderá fazê-lo inclinar-se para cima com violência. O motor não deverá funcionar nessa marcha por mais de dois minutos de cada vez, visto que nela o sistema de arrefecimento não funcionará.

e) Para navegar a remo, levante o motor, antes liberando o seu basculamento e prenda-o agindo na trava de inclinação, facilitando dessa forma a navegação. Em qualquer situação não esquecer de amarrar o motor à embarcação.

b. Operação em condições anormais

1) Operação em clima frio

a) Antes de operar em temperaturas congelantes verifique a correta lubrificação da caixa de engrenagens.

b) Mantenha a caixa de engrenagens submersa durante todo o tempo. Isso evitará o congelamento e possíveis avarias na bomba d'água ou em outras peças do motor. Quando retirar o motor da água, mantenha-o em posição vertical até que a água do sistema de arrefecimento escoe totalmente.

2) Operação em clima quente

a) Operando em temperaturas elevadas, atente constantemente para o indicador da bomba d'água, constatando o perfeito funcionamento do sistema de arrefecimento.

3) Operação em água salgada

a) Alguns tipos de motores de popa foram projetados para operarem em qualquer tipo de água doce ou salgada. Após operar em águas salgadas ou especialmente poluídas, o motor deverá ter seu sistema de arrefecimento enxaguado com água doce, o que é obtido colocando-o para funcionar por alguns minutos em um tanque de água doce. Quando retirar o motor da água, deve ser verificado o completo escoamento do sistema de arrefecimento.

4) Operação em águas pouco profundas

a) Em águas pouco profundas, opere a baixa velocidade até alcançar águas mais profundas.

b) A trava de ré foi projetada para soltar-se automaticamente da posição travada se o motor colidir com algum obstáculo, desde que esteja operando em marcha avante e a velocidades normais de operação. A trava de ré poderá não se soltar da posição travada quando se opera em velocidades lentas. Ao operar em águas pouco profundas, coloque a trava de ré na posição solta, a qual permite que o motor bascule mais facilmente ao colidir com algum obstáculo.

c) Em caso de colisão com algum obstáculo, retarde o acelerador imediatamente e desligue o motor. Verifique se a caixa de câmbios foi danificada.

d) Se o motor vibrar excessivamente logo após a colisão com obstáculo submerso, isso poderá ser conseqüência de uma hélice torcida ou danificada. Nesse caso, opere em baixa velocidade.

5) Operação em águas com vegetação

a) Em águas com vegetação densa, opere em velocidade reduzida. A presença de vegetação em contato com a hélice causará vibração no motor. Coloque marcha à ré periodicamente para afastar a vegetação da hélice.

b) Atenção redobrada deve ser dedicada ao indicador da bomba d'água.

c) Antes de retornar a operação em águas mais limpas, desligue o motor e retire a vegetação da hélice e da entrada d'água.

6) Operação a grandes altitudes

a) A operação em altitudes superiores a 900 metros requer regulagem do carburador.

4. MANUTENÇÃO

a. Manutenção de 1º Escalão

1) Definição

Manutenção preventiva destinada à conservação do material orgânico. É realizada por quem opera ou utiliza o equipamento.

2) Ferramental necessário

a) Uma alicate de eixo corrediço.
b) Uma chave de fenda 6 x 100 mm.
c) Uma chave estrela 9/16" x 1/2".
d) Uma chave estrela 7/16" x 3/8".
e) Uma chave tubular para velas 13/16".
f) Uma bomba de óleo para lubrificações.

3) Atribuições

a) Preparação da mistura combustível / lubrificante

(1) A mistura combustível (gasolina) / lubrificante (óleo 2 tempos) para o motor deve ser feita numa vasilha e bem agitada para que ela fique homogênea.

(2) Sempre que o reservatório ficar em repouso por mais de quatro horas devemos agitá-lo no sentido lateral.

(3) Não deverá ser utilizada a mistura combustível / lubrificante com mais de 10 dias de preparação.

(4) A proporção da mistura é de um litro de óleo dois tempos para cada 50 litros de gasolina.

(5) Para a gasolina com álcool adicionado a 20 %, a proporção da mistura passa a ser um litro de óleo dois tempos para cada 40 litros de gasolina.

b) Substituição das velas

(1) O torque para a instalação de uma nova vela é de 18 libras x pés ou 2,5 Kgm.

(2) Em nenhuma circunstância deve ser aplicado torque (pressão) além do previsto, porque tal procedimento danifica as roscas (empana as roscas). Essa ocorrência tem sido bastante freqüente nas roscas dos orifícios de velas em motores recolhidos a órgãos de manutenção.

c) Ajustagem dos pólos das velas de ignição

(1) A utilização de velas com eletrodo de abertura permanente dispensa tal procedimento.

(2) A utilização de velas com eletrodo convencional implica na ajustagem da abertura recomendada para a sua condição de operação conforme especificações do fabricante.

(3) Para remover a vela de ignição, separe o terminal da borracha da vela. Remova a vela para inspecioná-la, ajustá-la ou substituí-la se for necessário. Instale a vela, apertando-a com os dedos. Em seguida, aperte a mais ¼ de volta com a chave tubular adequada.

d) Substituição da hélice e do pino de cizalhamento

(1) O pino de cizalhamento da hélice deve ser o recomendado. Nunca coloque um pino de outro material, pois este é constituído de uma dureza que, se a hélice bater numa pedra, madeira, etc., o pino rompe, evitando-se que as engrenagens da caixa de transmissão ou outros órgãos se danifiquem.

(2) Para substituir o pino retire o grampo da coifa (contra-pino).

(3) Remova a coifa.

(4) Remova a hélice e possíveis fragmentos do pino partido.

(5) Coloque um novo pino.

(6) Coloque a hélice e a coifa.

(7) Recoloque o grampo da coifa (contra-pino).

e) Inspeção do óleo da caixa de engrenagens

(1) Verifique o nível do óleo da caixa de engrenagens antes de dar a partida no motor, após as 10 primeiras horas de operação, e a cada 50 horas de operação recompletando-o, se necessário.

(2) Verifique em todas as oportunidades a presença de água no óleo. Constatada a sua presença pelo aspecto esbranquiçado do óleo, trocá-lo imediatamente.

(3) Independentemente das condições prescritas anteriormente, drenar todo o óleo a cada 100 horas de operação, substituindo-o.

f) Limpeza geral

(1) Após a operação do motor de popa deverá ser criteriosamente limpo, tendo-se o cuidado de remover todos os resíduos porventura existentes.

(2) O motor de popa deverá ser enxaguado com água doce fresca e enxugado com um pano seco.

(3) Nunca lave o motor estando o mesmo exposto ao sol ou ainda quente.

g) Substituição do ânodo de zinco anti-corrosivo

(1) Alguns motores de popa estão equipados com um ânodo de zinco anti-corrosivo cuja finalidade é protegê-lo da corrosão, que poderá ocorrer tanto em água doce como em água salgada. A erosão ou desintegração do ânodo indica que ele está realizando a sua função. A substituição do ânodo deverá ser feita antes que esteja desgastado, ou a corrosão do equipamento aumentará.

(2) Nunca pinte ou cubra o ânodo com qualquer revestimento, pois neste caso a proteção anti-corrosiva será perdida.

h) Lubrificação

QUADRO DE LUBRIFICAÇÃO

NR	PONTO DE LUBRIFICAÇÃO	Lubrificante	ÁGUA DOCE	ÁGUA SALGADA
1	Articulações do carburador, comando da aceleração e articulações.	A	30 h	15 h
2	Alavanca de trava da tampa.	B	30 h	15 h
3	Parafusos de fixação e trava de inclinação.	A e B	30 h	15 h
4	Suporte giratório, câmbio de engrenagens e suporte da trava de ré.	A e B	30 h	15 h
5	Magneto e articulações do acelerador.	A	30 h	15 h
6	Eixo de controle do acelerador e engrenagens.	A e B	30 h	15 h
7	Caixa de engrenagens.	C	50 h	50 h

Convenção: A - aplicação simples de GC 1
B - aplicação de GC 1 com pistola
C - óleo de transmissão 90 mineral

5. FUNCIONAMENTO

a. Generalidades

1) Os motores de popa são equipamentos de dois tempos. O ciclo a dois tempos foi idealizado com o objetivo de atenuar inconvenientes do ciclo a quatro tempos, mediante a correspondência de um tempo motor para cada resistente; pois sabemos que os motores a quatro tempos, apenas um é motor a expansão; e os demais são resistentes.

2) Para efeito de estudo o motor é dividido em sistemas de alimentação, distribuição, inflamação, lubrificação e arrefecimento (A D I L A).

b. Sistema de alimentação

1) Ó carburador é o órgão destinado a preparar a mistura, numa proporção equacional de ar atmosférico e gasolina, ideal para o funcionamento do motor. Para que a mistura de ar e gasolina venha a ser homogênea, o carburador foi planejado, para garantir a essa mistura uma proporção exata. Para que essa função alcance índices normais de carburação são executadas diversas funções que podemos generalizar do seguinte modo:

a) Função vaporizadora.
b) Função misturadora.
c) Função dosadora.
d) Função de comando de aceleração.

c. Sistema de distribuição

1) A distribuição compreende o conjunto de órgãos destinados a regular a entrada e saída de gases nos cilindros, no momento exato, de acordo com o tempo do ciclo correspondente.

2) O sistema de distribuição dos motores de popa, cujo funcionamento é a 2 tempos, é composto dos seguintes órgãos:

a) Um sistema de obturação (orifícios).
b) Um sistema de admissão (orifícios).
c) Um sistema de escapamento (orifícios).

3) O sistema a dois tempos dispensa o mecanismo de distribuição utilizado pelos motores a quatro tempos, ou seja: árvore de comando, ressaltos, tuchos, válvulas, etc. A admissão da mistura e o escapamento dos gases realizam-se através dos orifícios correspondentes a cada fase do ciclo. Estes orifícios estão colocados diretamente nas paredes dos cilindros e são obturados na ocasião oportuna, pelo próprio pistão ao deslizar (deslocamento) no seu curso.

d. Sistema de inflamação

1) O sistema de inflamação (ignição) é formado pelos seguintes órgãos:

a) Volante magnético com imãs permanentes.
b) Bobina de ignição: primária e secundária.
c) Núcleo de ferro (massas polares).

d) Ressaltos montados na extremidade superior da árvore de manivelas.
e) Sistema de avanço da inflamação.
f) Prato de magneto ou mesa onde estão montados: bobinas de ignição, platinados, condensadores e os cabos de velas.

2) Este sistema é destinado a fornecer a centelha no momento exato, do cilindro que está em compressão, dando início a expansão.

e. <u>Sistema de lubrificação</u>

1) Esse tipo de motor não possui cárter de óleo, e sim cárter que serve de 1º estágio de admissão. O carburador é montado de maneira tal que a mistura: ar, gasolina, óleo (na proporção indicado no tópico correspondente) se comunica através do coletor de admissão e sua derivação, invadindo todo o compartimento do cárter, envolvendo a árvore de manivelas, mancais, bielas, etc. Nesta ocasião a lubrificação é obtida, uma vez que o óleo é menos volátil que a gasolina, uma parte da mistura gasolina-óleo permanece no cárter para lubrificar os rolamentos das bielas, dos mancais e demais partes móveis. O restante entre no cilindro, com a carga pré-comprimida, para auxiliar a lubrificação dos pistões, anéis e pino do pistão.

2) Alerta-se pela rigorosa observância na proporção da mistura de óleo-gasolina, no item correspondente a lubrificação. Igualmente é importante que seja óleo totalmente misturado com a gasolina, para assegurar um bom funcionamento e consequentemente uma boa lubrificação.

3) A mistura óleo-gasolina deverá ser executada num recipiente a parte. Jamais, exceto em caso de emergência, efetuar a mistura no próprio tanque de motor, porque aí não poderá ser completamente misturada.

f. <u>Sistema de arrefecimento</u>

1) A refrigeração do motor é feita pela própria água na qual se movimenta o motor. A refrigeração é feita pelo princípio da sucção (vácuo relativo) e pressão. A água é succionada até a bomba e a partir desse ponto é conduzida sob pressão, para todo o sistema: condutos, câmaras, conexões e finalmente é expelida através do orifício de saída.

2) A circulação da água é ativada e mantida por intermédio da bomba d'água.

3) A bomba d'água é constituída de: um corpo, rotor e uma árvore que é a mesma que comanda a caixa de engrenagens. Esta árvore é acionada pela árvore de manivelas, pois é ligada (encaixada) diretamente a esta.

4) É interessante inspecionar periodicamente o orifício de entrada da água, porque é freqüente a obstrução parcial ou total, por folhas, panos, papéis e outras substâncias que comumente se encontram submersas em rios, lagos, açudes, etc.

5) Na ausência da saída d'água pelo orifício de escoamento, o motor deve parar imediatamente, a fim de que o mecânico ou outro elemento especializado faça uma vistoria das prováveis causas. Evidente que isso só será feito após haver constatado de que o orifício de entrada encontra-se desobstruído.

6) O superaquecimento provoca sérios danos ao motor, geralmente de conseqüências irreparáveis (colamento do pistão às paredes do cilindro, quebra de bielas, rolamento das bielas, etc.).

6. DIAGNÓSTICO DE FALHAS

QUADRO DE DIAGNÓSTICO DE FALHAS

PROBLEMA	CAUSA POSSÍVEL
1. O MOTOR NÃO ARRANCA	**a. SISTEMA DE COMBUSTÍVEL**
	1) Linha de combustível conectada de forma incorreta
	2) Orifício de admissão ou orifícios bloqueados (ou solto o parafuso do coletor de admissão)
	3) Motor afogado
	4) Combustível velho
	5) Filtro de combustível obstruído
	6) Bulbo não funciona
	7) Mangueira do bulbo conectada incorretamente
	8) Obstrução na mangueira do bulbo ou nos conectores da mangueira
2. MOTOR NÃO PÁRA (BOTÃO DE PARADA EM POSIÇÃO DE PARADO)	**b. SISTEMA DE IGNIÇÃO**
	1) Cunha do volante cortada
	2) Botão de parada deficiente
	3) Botão de parada ou ignição eletrônica danificados
3. PERDA DE POTÊNCIA (APÓS COMPROVAR O PERFEITO FUNCIONAMEN-TO DA IGNIÇÃO	**a. MOTOR**
	1) Carburado fora de sincronização
	2) Entrada de ar pelas juntas do coletor de admissão (produz falsas explosões)
	3) Válvulas de lingüetas quebradas (falsas explosões)
	4) Carbonização excessiva nos pistões e cabeçote
	5) Anéis dos pistões presos cilindro ou pistão riscado
	b. CARBURADOR
	1) Combustível velho - lubrificante em demasia (sujeira no carburado). Afogador não funciona no-vamente.
	2) Válvulas da bóia e assentos gastos ou presos
	3) Ajuste incorreto da bóia do carburador
	4) Tampões dos abastecedores com defeito
	5) Perda de potência por elevação da temperatura
	c. BOMBA E TANQUE DE COMBUSTÍVEL
	1) Mangueira de combustível com defeito (dobrada)
	2) Obstrução no filtro do tanque ou bomba de combustível
	3) Restrição no filtro de combustível
	4) As válvulas de combustível e ventilação não abrem
	5) Válvulas inoperantes
	6) Restrição nas passagens da mangueira de combustível 7) Fugas ou avarias no diafragma
	d. GASES DO ESCAPAMENTO ENTRAM NO CARBURADOR
	1) Fuga pelos parafusos da tampa de escapamento
	2) Avarias nos retentores da carcaça do escapamento
	3) Fugas pelas juntas do adaptador
	4) Carcaça do escapamento partida

	5) Parafusos do adaptador de escape do cilindro soltos ou perdidos
	e. SUPERAQUECIMENTO DA CABEÇA DE FORÇA
	1) Termostatos avariados
	2) Tampa ou juntas danificadas
	3) Fugas pelo encaixe da tampa de escape
	4) Fugas na junta do cabeçote (água nos cilindros)
	5) Obstruções nas entradas da água)
	6) Prato da bomba não sela (inferior)
	7) Rotor da bomba avariado
	8) Motor muito alto na popa
	9) Deformação na caixa da bomba
	10) Anel de borracha do tubo de água avariado
	f. CAIXA DE ENGRENAGENS
	1) Deslocamento do núcleo da hélice
	2) Hélice empenada ou gasta
	3) Caixa de engrenagens ou carcaça do escapamento danificadas
	4) Hélice incorreta
	5) Baixo nível de óleo
4. MOTOR APRESENTA FALSAS EXPLOSÕES	**a. VELAS**
	1) Cobertas ou terminal interior danificado (fora do ponto terminal do cabo de alta tensão)
	2) Cabos defeituosos ou trocados
	3) Velas frouxas (com pouco aperto)
	4) Velas deficientes (isolador trincado)
	5) Velas incorretas
	b. IGNIÇÃO
	1) Bobinas danificadas
	2) Fuga de corrente ao redor das bobinas de ignição
	3) Conexões soltas para as bobinas sensoras, bobinas de ignição ou no cabo terra da ignição eletrônica
	4) Cabos fazem terra nas bobinas sensoras, bobinas de ignição ou no botão de parada
	5) Bobinas sensoras
	6) Bobina de carga
	7) Ignição eletrônica
	8) Fuga de corrente no botão de parada
	c. SISTEMA DE COMBUSTÍVEL
	1) Mangueiras de recirculação obstruídas
	2) Conectores de recirculação obstruídos
	3) Válvulas de retenção de recirculação travada na posição aberta
	4) Canalização incorreta da mangueira de recirculação provocando restrição
	5) Válvula de retenção do coletor obstruída ou restringida
	6) Marcha lenta tem partículas estranhas nas passagens
	7) Assento da válvula do afogador tem partículas estranhas nas passagens e não fecha

	8) Carburador afogado
	9) Diafragma da bomba de combustível permite fuga para o cárter
	10) Válvula de retenção do bulbo inoperante
	11) Sincronização da borboleta de aceleração e/ou ponto de início da aceleração ajustado incoretamente
	12) Velocidade de marcha lenta do motor ajustada muito baixa
5. RENDIMENTO BAIXO DA EMBARCAÇÃO	**a. AJUSTE DO MOTOR**
	1) Hélice incorreta
	2) ângulo de compensação incorreto
	3) Motor demasiadamente baixo
	b. VENTILAÇÃO
	1) Quilha muito profunda
	2) Hélice empenada (vibração)
	3) Popa demasiado alta
	4) Ângulo de compensação incorreto
	c. EMBARCAÇÃO
	1) Fundo sujo
	2) Peso aumentado (absorção de água)
	3) Âncora no fundo
	d. CARBURADOR
	1) Distribuição de carga inadequada
	2) Obstrução nos giglês de alta velocidade
	3) Tubo de tomada de marcha lenta não toca no bordo frontal do giglê de alta velocidade no venturi
6. CÂMBIO INOPERANTE	**a. CAIXA DE ENGRENAGENS**
	1) Lubrificante incorreto
	2) Ajuste deficiente
	3) Má ajustagem do conector da vareta de câmbio ou o mesmo desconectado
	4) Baixo nível de óleo
	5) Luva de câmbio ou mola danificados
	6) Má ajustagem do conector da vareta de câmbio

7. ACESSÓRIOS PARA MOTORES DE POPA

Figura 17. Exemplos de tanques de combustível

Figura 18. Exemplos de suportes para transporte de motor de popa

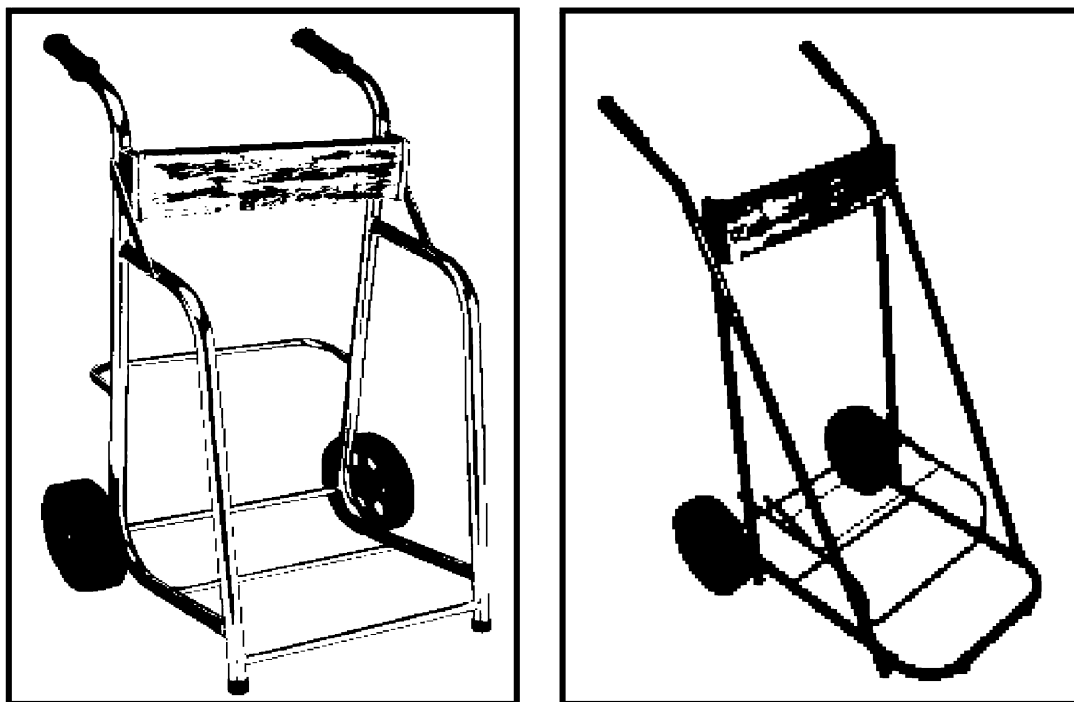



Figura 19. Exemplos de suportes para transporte de motor de popa

Figura 20. Exemplos de suportes para transporte de motor de popa

Figura 21. Exemplo de suporte para transporte de motor de popa

Figura 22. Exemplo de capa de transporte

8. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual Técnico do Motor de Popa Johnson 40 HP. Operação e Manutenção**. Brasília: EGGCF, 1989.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Motores de Popa**. Pontes. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, p. 26-41, 19?

BRASIL. Exército Brasileiro. **Motores de Popa – Manutenção e Operação.** Estágio de Manutenção de Motores de Popa no 3º Batalhão de Engenharia de Combate. Cachoeira do Sul: 1987.

BRASIL. Exército Brasileiro**. Vade-Mecum de Engenharia, C 5-34.** Brasília: EGGCF, 1983.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Motor de Popa**. Pontes Leves e Pesadas. 1998.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Motor de Popa**. Transposição de Cursos de Água. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, 1995.

US ARMY. **Boats and Motors.** Military Floating Bridge Equipment, TM 5-210. Washington, DC: 1970.

US ARMY. **Boats and Motors.** Military Float Bridging Equipment, Training Circular.TC 5-210. Washington, DC: 1988.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

NAVEGAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Navegar é conduzir um corpo flutuante a um lugar pré-determinado.

A navegação é resultado de um trabalho de coordenação perfeita, atendimento a co-mandos pré-determinados e a prática das guarnições.

A navegação exige também o correto cumprimento das regras (ou normas) de segurança aplicadas as atividades de pontagem.

Os operadores de motor de popa são os únicos militares habilitados a pilotar os referidos equipamentos.

2. TERMINOLOGIA

TERMINOLOGIA UTILIZADA

TERMO	CONCEITO
MONTANTE	**Rio acima**
JUSANTE	**Rio abaixo**
TALVEGUE	**Parte mais funda do rio, a que tem a maior velocidade**
MARGEM DIREITA	**Direita do observador de costas para a nascente**
MARGEM ESQUERDA	**Esquerda do observador de costas para a nascente**
1ª. MARGEM	**Margem amiga**
2ª. MARGEM	**Margem inimiga**
GUARNIÇÃO	**Conjunto de remadores e piloto**
PROA	**Parte dianteira da embarcação**
POPA	**Parte traseira da embarcação**
PILOTO	**Cmt da guarnição, vai na popa, mantém a direção e sempre voltado para o objetivo**
BORESTE	**Lado direito do piloto**
BOMBORDO	**Lado esquerdo do piloto**
VOGA	**1º remador de boreste, dá a cadência da remada**
SOTA-VOGA	**1º remador de bombordo, trabalha nas amarras**
SOLECAR	**Afrouxar, lentamente, um cabo**
TESAR	**Apertar, lentamente, um cabo**
SIRGAR	**Puxar um suporte flutuante ao longo da margem**
EQUIPAR	**Dotar um suporte flutuante com todo o material necessário para a navegação**

3. NAVEGAÇÃO A REMO

VOZES DE COMANDO UTILIZADAS

VOZES DE COMANDO	DEFINIÇÃO
A SEUS POSTOS	Entrada da guarnição na embarcação
REMOS AO ALTO	Remos na vertical
AO LARGO	Afastar-se da margem
ARMAR REMOS	Preparar para remar
AVANTE REMAR	Remar para frente
CIAR	Remar para trás
PICAR A VOGA	Acelerar a cadência da remada
RETARDAR A VOGA	Diminuir a cadência da remada
REMOS N' ÁGUA	Imergir as pás dos remos n' água visando dar maior resistência ao movimento, diminuindo com isso a velocidade da embarcação
VOZES DE COMANDO NA ABORDAGEM	**DEFINIÇÃO**
PREPARAR PARA ABORDAR	Advertência
ARVORAR	Cessa de remar, levanta o remo
ABORDAR	Sota-voga salta com a amarra
SAFAR REMOS	Retirar os remos das forquetas
LEVAR REMOS	Colocar os remos no fundo da embarcação
DESEMBARCAR	Desembarca em ordem

4. SEGURANÇA NA NAVEGAÇÃO

a. Normas gerais de segurança na instrução e nos serviços de pontagem

1) Todo o militar que tenha obrigação funcional de executar técnicas de risco, acionar, promover, fiscalizar ou supervisionar essas técnicas, tudo ligado ao cargo que ocupa, deve comportar-se como um perito responsável em seu nível e dentro do seu universo de ação.

2) Como perito responsável, portanto, o militar, em função de nível funcional em que atua e do universo em que age, deve ser executante perfeitamente habilitado e conhecedor dos perigos e riscos de sua habilitação, ou um comandante, instrutor ou monitor preocupado em prevenir acidentes que poderão advir das atividades que autoriza, aciona ou dirige.

3) O grande número de acidentes durante as manobras de pontagem e de aparelhos de força decorre, na realidade, da inobservância das regras técnicas, constantes dos regulamentos.

4) Antes do lançamento, os bujões de escoamento das embarcações de manobra deverão ser abertos para o escoamento da água dos porões, praças de máquinas, etc.

5) Os coletes salva-vidas deverão ser obrigatoriamente empregados pelo pessoal:

a) Nos pontões, portadas e pontes;

b) Nas estruturas adjacentes ou que se projetam para o rio;

c) Nos botes e lanchas.

6) Todo o bote deverá possuir uma bóia de sinalização.

7) Os cabos e amarras das portadas, partes de pontes, embarcações, não poderão permanecer arrastando na superfície.

8) Deverá ser designada uma turma de salvamento e segurança localizada a jusante do local da ponte. Essa turma deverá estar equipada com um bote a motor e com uniforme diferente do pessoal empregado; todos os seus integrantes deverão ser bons nadadores e estar munidos de nadadeiras ou equipamento de mergulho completo.

9) Todo o operador de motor de popa deverá estar apto a efetuar pequenos reparos, principalmente trocar o pino da hélice.

10) Toda a embarcação deverá navegar sob as ordens de um chefe, responsável pela disciplina e pela segurança.

11) Uma portada ou parte de ponte não deverá operar ou navegar imediatamente a montante do eixo da ponte, quando existirem cabos-guias ou obstáculos.

12) As portadas não deverão ser sobrecarregadas; quando operarem em água rasa ou de correnteza veloz a capacidade regulamentar da portada deverá ser reduzida, obedecendo os dados técnicos constantes nos manuais correspondentes.

13) A água no interior dos suportes flutuantes deverá ser continuamente baldeada para mantê-los sempre secos.

14) As portadas deverão ser ligadas ao empurradores das embarcações de manobra com amarras de boa qualidade, com diâmetro igual ou superior a 3/4".

15) As portadas deverão ser equipadas com motores de popa de potência suficiente, de acordo com as especificações constantes do manual técnico de cada equipagem.

16) Os motores de popa deverão ser amarrados aos verdugos.

17) As portadas ou parte de ponte não deverão navegar sem estarem equipadas com âncoras dotada de cabo robusto ligado às ábitas, perfeitamente aduchado no fundo do suporte flutuante.

18) As âncoras deverão estar sempre amarradas e preparadas para o lançamento em caso de emergência.

19) Toda a portada ou parte de ponte deverá ser equipada com motores sobressalentes de potência suficiente para evitar que se desgarre e vá à matroca.

20) Nas correntezas de velocidade igual ou superior a 1,5 m/s ou em águas turbulentas, a capacidade das portadas deverá ser reduzida, aumentando a borda livre, e, em qualquer caso, tesar fortemente as amarras e cabos de âncora aos pontos de ancoragem e em embarcações de manobra, durante os embarques, desembarques e durante a navegação.

21) Os embarques e desembarques em portadas, por se constituírem nos momentos críticos da navegação, deverão receber especial atenção dos responsáveis de cada portada.

22) Todo o militar deverá ter conhecimento oportuno e preciso destas recomendações.

23) Os C Mil A deverão manter um controle anual dos acidentes ocorridos em sua área de responsabilidade, com indicação das conseqüências e das causas apuradas; tal medida deverá servir de orientação à ação neutralizadora fundamentada nos conceitos deste documento.

24) As OM deverão designar um oficial de segurança para todas as atividades que envolverem emprego de pessoal e/ ou material. Esse oficial deverá ser responsável pelo planejamento, coordenação e controle das medidas de segurança pertinentes.

25) As medidas de segurança preconizadas deverão permitir a realização normal das atividades militares previstas.

26) Em qualquer tipo de navegação as regras de segurança de navegação deverão ser citadas.

27) Toda a vez que se for praticar qualquer tipo de navegação durante instruções ou mesmo em missões diversas, essas regras deverão ser lidas para os participantes.

b. Regras de segurança de navegação

1) Se a embarcação virar, permaneça junto aguardando socorro.
2) Evitar ficar de pé, sentar-se na proa e nas bordas.
3) Ter sempre em local adequado uma embarcação de segurança, munida de motor de popa, bóias, salva-vidas e bons nadadores.
4) O embarque e o desembarque deverão ser feitos sem correrias.
5) O peso deverá ser distribuído dentro da embarcação.
6) Não fumar durante a navegação.
7) Evitar corpos flutuantes.
8) A imersão na água é proibida.
9) Inspecionar todo o material antes de iniciar a navegação.
10) Evitar quedas n' água, pânico e precipitação.
11) Usar sempre salva-vidas

Figura 1. Uso de colete salva-vidas

c. Equipamento para navegação de um bote pneumático a motor

1) Amarra para motor de popa (1/2").
2) Amarra para o bote.
3) Remo (um para cada ocupante).
4) Salva-vidas (um para cada ocupante).
5) Fole com mangueira e adaptador.
6) Bolsa de reparos do bote
7) Bóia de segurança com amarra de 8 metros (variável).
8) Ferramentas do motor de popa.
9) Tanque de combustível com mangueira.

d. Equipe de segurança de navegação

1) Constituição: Três militares bons nadadores, sendo o Cmt um graduado.
2) Funções: Piloto, segurança 1 e segurança 2.
3) Missões
a) Realizar a segurança durante a realização de exercícios, instrução e missões diversas em meio aquático, permanecendo, se possível, a jusante dos locais de navegação e/ ou pontagem.
b) Acompanhar, à retaguarda, o deslocamento de embarcações.
c) Conduzir e/ ou transpor elementos feridos, afogados e membros do Corpo de Saúde.
d) Conduzir a equipe de resgate subaquático.
e) Não atender solicitações de elementos para transpor o curso d' água, pondo em risco a segurança.
4) Procedimentos do Cmt da equipe de segurança
a) Equipar o bote de segurança.
b) Ler, treinar e recomendar as regras de segurança para a equipe.
c) Equipar a equipe com os equipamentos de segurança disponíveis.
d) Balizar o eixo de navegação, restringindo a área de operação.
e) Comandar e coordenar os trabalhos de segurança.
5) Procedimentos da equipe
a) Piloto: Operar a embarcação de segurança, ficando em condições de prontamente navegar para realizar salvamentos, socorro a embarcações ou pessoas. Abordar o local de salvamento sempre contra a correnteza, desligando o propulsor se as condições de navegação permitirem.
b) Segurança 1: Ficar em condições de lançar a bóia salva-vidas para pessoal dentro da água. Recolher a bóia, utilizando o cabo, estando a embarcação com o propulsor desligado, se as condições de navegação (correnteza, condições atmosféricas) assim permitirem.
c) Segurança 2: Ficar em condições de trazer o resgatado/afogado para bordo da embarcação, auxiliando no trabalho dos demais integrantes da equipe. Pular na água somente se necessário e assim for ordenado. Deverá estar equipado com nadadeiras.
6) Equipamento de segurança de navegação
a) Amarra para motor de popa (1/2").

b) Amarra para bote pneumático.
c) Remo (um para cada ocupante).
d) Salva-vidas (um para cada ocupante + reserva(s)).
e) Fole com mangueira e adaptador.
f) Bolsa de reparos do bote.
g) Bóia de segurança com amarra de 8 metros.
h) Ferramentas do motor de popa.
i) Nadadeiras.
j) Bóia salva-vidas de cor laranja/amarela com amarra de 8 metros.
l) Bote pneumático com motor de popa.
m) Tanque(s) de combustível com mangueira.

e. Equipe de resgate subaquático

1) Constituição: Dois mergulhadores, sendo o Cmt um oficial.
2) Funções: Mergulhador 1 e mergulhador 2.
3) Missões
a) Realizar a busca e o resgate de pessoal afogado.
b) Realizar a busca e o resgate de material extraviado.
c) Ficar em condições de realizar o resgate e a segurança aproximada em missões de grande risco.
d) Operar juntamente com a equipe de segurança de navegação.
e) Utilizar equipamento dependente, caso seja necessário.
4) Procedimentos do Cmt da equipe
a) Equipar a sua equipe.
b) Ler, treinar e recomendar as regras de segurança para trabalhos subaquáticos.
c) Comandar e coordenar os trabalhos de resgate de material e pessoal.
5) Procedimentos da equipe
a) Mergulhador 1: Realizar deslocamento subaquático com a finalidade de resgatar pessoal e/ ou material. Comandar e coordenar a equipe.
b) Mergulhador 2: Realizar deslocamento subaquático com a finalidade de resgatar pessoal e/ ou material. Acompanhar o mergulhador 1 (canga).
6) Equipamento de resgate
a) Equipamento de segurança de navegação.
b) Equipamento de mergulho autônomo.
c) Equipamento de mergulho livre.
d) Âncora.
e) Croque.
f) Fateixa com cabo.
g) Bóia de sinalização de mergulho.
h) Outros equipamentos úteis a missão de resgate.

5. REGRAS APLICADAS À NAVEGAÇÃO

a. Carga

1) Distribuir 2/3 da carga na direção da popa do bote (navegação a motor).
2) Distribuir uniformemente a carga (navegação a remo).
3) Amarrar todo o equipamento e material no bote.
4) Utilizar uma amarra de segurança caso seja necessário desvirar o bote.
5) Todos os equipamentos tais como rádios, peças de morteiro, mochilas individuais, armamento, etc., deverão estar amarrados no centro e fundo do bote. Jamais o militar deverá conduzir tais equipamentos sob ou sobre o salva-vidas.

Figura 2. Carga corretamente distribuída

b. Abordagem

1) Realizar a abordagem sempre contra a correnteza e com velocidade reduzida.

c. Manobras

1) Realizar as manobras e curvas sempre em baixa velocidade.
2) Obedecer os princípios básicos de navegação.

6. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Exército Brasileiro. **Navegação**. Pontes. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, p. 50-5119?

BRASIL. Exército Brasileiro. **Segurança na Instrução e no Serviço.** Anexo A. Diretrizes do Estado Maior do Exército. ?

PAOLI, Paulo Cesar de. **Navegação**. Pontes Leves e Pesadas. 1998.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Navegação**. Transposição de Cursos de Água. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, 1995.

US ARMY. **Watermanship and Safety.** Military Floating Bridge Equipment, TM 5-210. Washington, DC: 1970.

US ARMY. **Watermanship and Safety.** Military Float Bridging Equipment. Training Circular - TC 5-210. Washington, DC: 1988.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

BOTES PNEUMÁTICOS

1. INTRODUÇÃO

Na tarde de 21 de julho de 1775, o general europeu Böhn teve uma surpresa com a técnica rio-grandense em atravessar rios. Utilizando pelotas de couro, pequenas balsas redondas construídas de couros de bois que haviam sido mortos, os soldados atravessaram o rio de uma margem à outra. Tratava-se da travessia militar do Rio Pelotas, no Rio Grande do Sul, pelo major Rafael Pinto Bandeira, comandante de um Corpo de Artilharia. Era o início do emprego de pequenas embarcações pelas forças brasileiras.

Durante a 2ª Grande Guerra Mundial, as forças em conflito empregaram botes pneumáticos para a transposição de rios em travessias de assalto. Em conflitos posteriores, tropas especiais utilizaram botes pneumáticos para reconhecimentos.

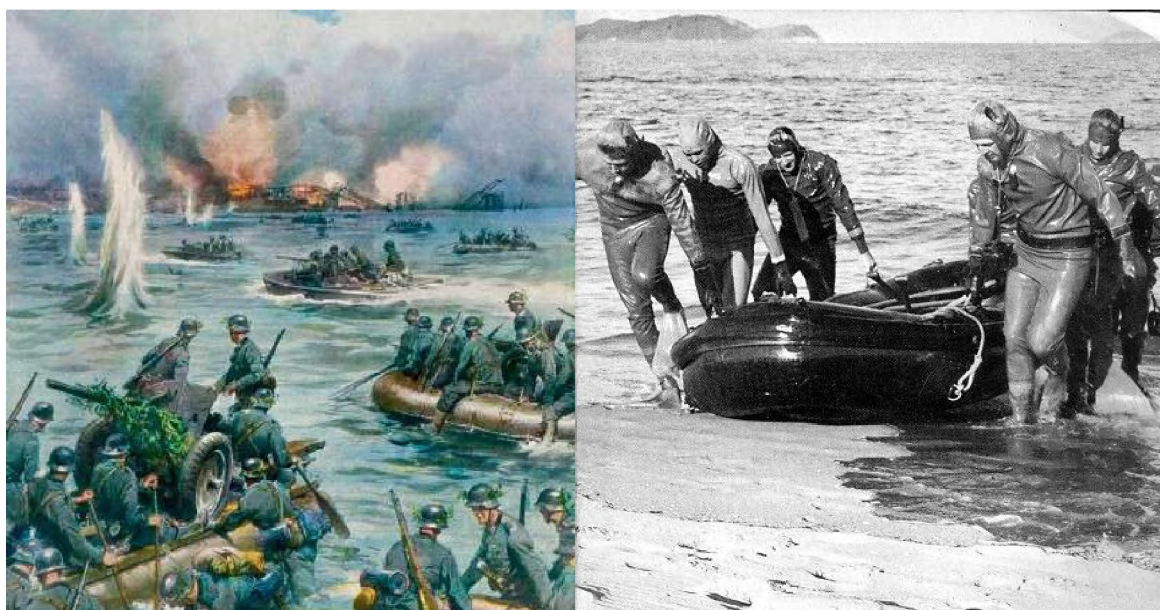



Figura 1. Primórdios do emprego de botes pneumáticos em operações de assalto e reconhecimento

No Exército Brasileiro os botes pneumáticos são classificados em botes de reconhecimento e botes de assalto.

Os botes de reconhecimento são empregados durante os preparativos para uma transposição de curso de água (reconhecimento de engenharia). Também podem ser utilizados em trabalhos de segurança de navegação, em trabalhos de salvamento e em trabalhos de resgate. Normalmente, possuem pequena capacidade (até cinco homens), são de pequeno tamanho e desenvolvem grande velocidade.

Figura 2. Emprego de botes de reconhecimento

Os botes de assalto são empregados durante o assalto na 1ª fase de transposição. Também podem ser utilizados como suporte de passadeira, portada e ponte. Transportam, normalmente, um grupo de combate, são grandes e desenvolvem média velocidade.

Figura 3. Emprego de botes de assalto

Os botes são tripulados por um piloto (comandante do bote), um voga (responsável pela cadência) e um sota-voga (responsável pelas amarras do bote). Podem ser a remo ou a motor.

A responsabilidade pelo transporte, manutenção e armazenamento dos botes pneumáticos no Batalhão de Engenharia de Combate é da Turma de Botes, do Grupo de Equipagem Leve pertencente ao Pelotão de Equipagem de Assalto da Companhia de Engenharia de Pontes. Nas Cia E Cmb (Bda) a responsabilidade é do Grupo de Equipagem Leve pertencente ao Pelotão de Pontes.

A dotação nos batalhões de engenharia pode ser de 60 botes de assalto e 18 botes de reconhecimento. Nas Cia E Cmb (Bda) a dotação pode ser de 20 botes de assalto e 02 botes de reconhecimento.

Botes pneumáticos também são utilizados para operações de segurança aquática, mergulhadores de combate, infiltração aquática, assalto anfíbio, resgate e defesa civil, patrulhamento, mergulho, rafting e esportes náuticos.

Neste trabalho não serão abordados os botes pneumáticos com estrutura do piso rígida – RIB (*Rigid Inflatable Boats*).

Figura 4. Emprego de botes pneumáticos em atividades de mergulho e infiltração aquática

Figura 5. Emprego de botes pneumáticos em assalto anfíbio

Figura 6. Emprego de botes pneumáticos em ações de defesa civil, resgate e rafting

2. CARACTERÍSTICAS

a. Botes Pneumáticos de Reconhecimento em uso no Exército Brasileiro

1) Bote de reconhecimento para 3 homens (Rec 3), US Army.

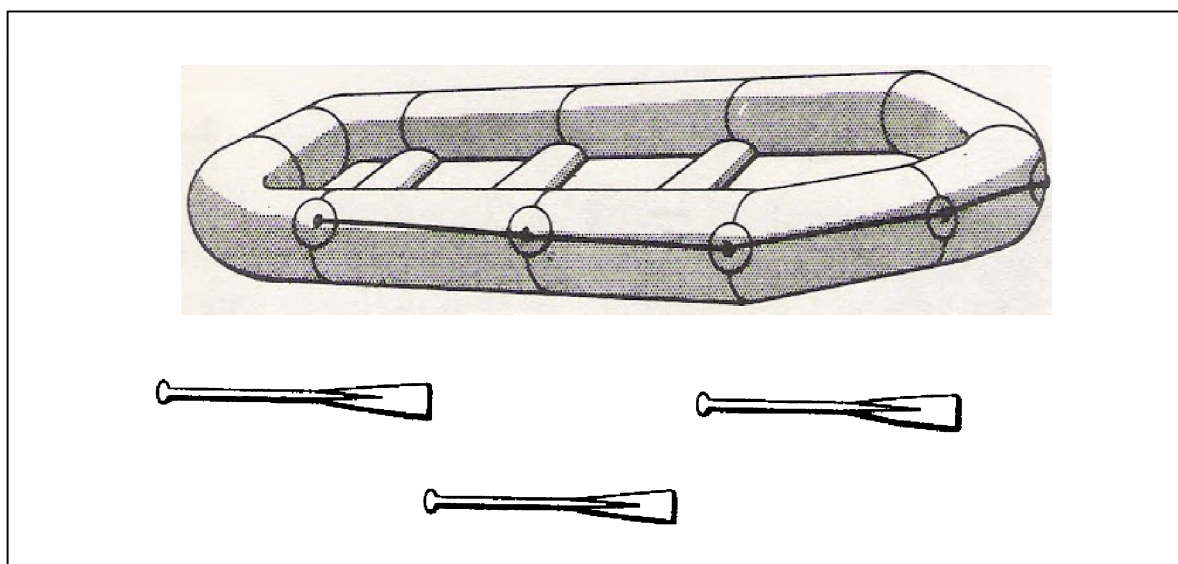



Figura 7. Bote de reconhecimento para três homens

2) Bote de reconhecimento M 2 , fabricado pela Labortex .

Figura 8. Bote de reconhecimento M2

3) Bote de reconhecimento para 5 homens Comando IV (Comando 4), fabricado pela Angeviniere (Brasil).

4) Bote de reconhecimento para 5 homens Comando IV (Comando 4), fabricado pela Angeviniere - Bombard (França).

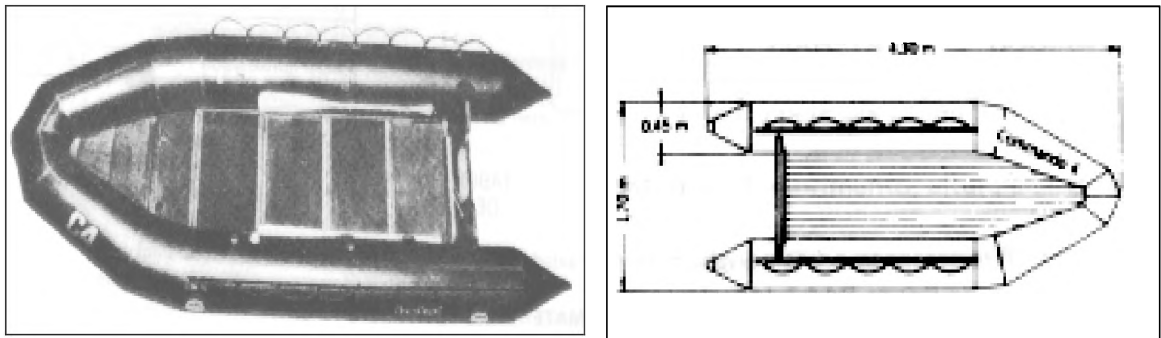



Figura 9. Bote de reconhecimento Comando IV

5) Bote de reconhecimento para 5 homens Zefir 404 M , fabricado pela Zefir (Brasil).

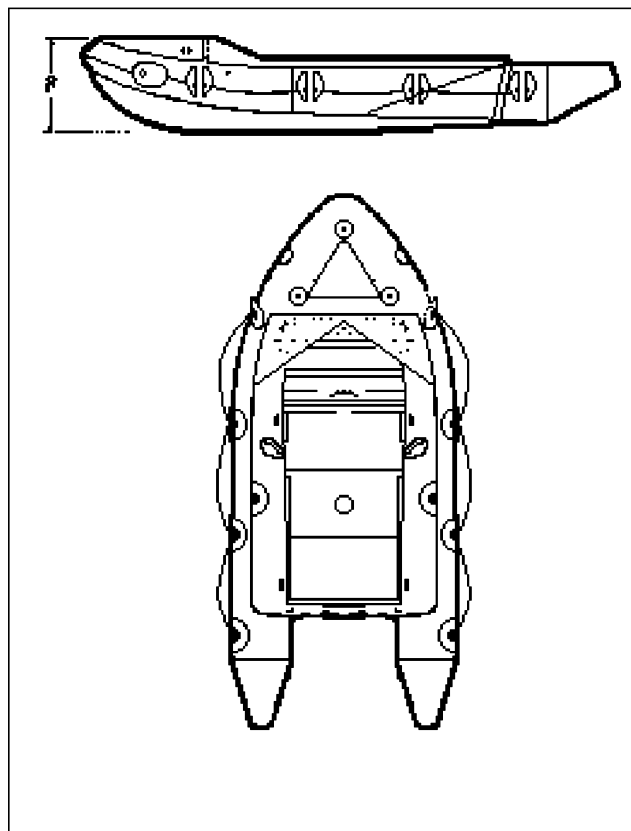



Figura 10. Bote de reconhecimento Zefir 404 M

6) Bote de reconhecimento para 5 homens Nauta 40 M, fabricado pela Nauta (Brasil).

7) Bote de reconhecimento Sillinger, fabricado pela Sillinger (França).

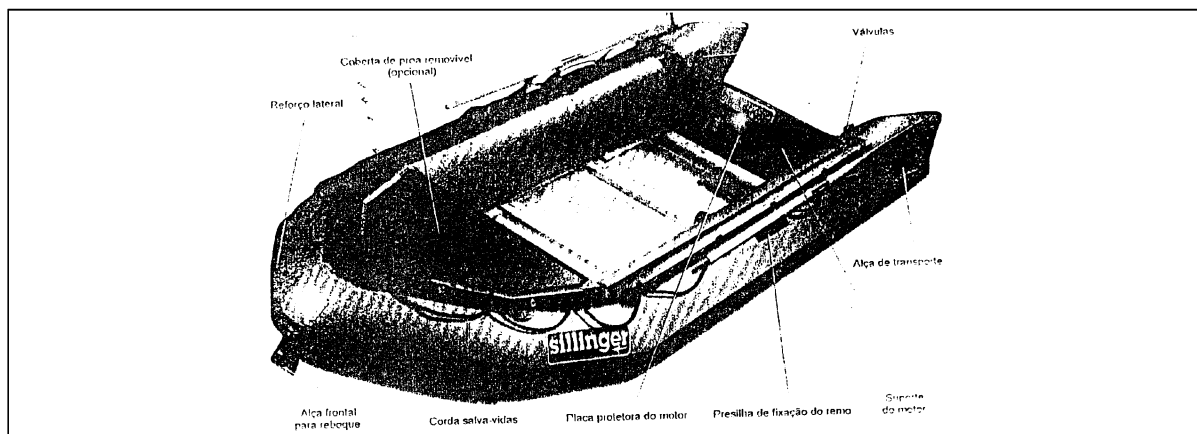



Figura 11. Bote de reconhecimento Sillinger

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS BOTES DE RECONHECIMENTO

CARACTERÍSTICAS	UNID	REC 3	M 2	CMDO IV	ZEFIR 404 M	NAUTA 40 M
Fabricação (Origem)	-	US Army USA		Bombard França	Zefir	Nauta Brasil
Fabricante Nacional	-	não	Labortex	Angeviniere	Zefir Labortex	Nauta
Comprimento	m	2,70	3,00	4,30	4,10	-
Comprimento interno	m	-	-	3,00	2,23	-
Largura	m	1,20	1,15	1,70	1,60	-
Largura interna	m	-	-	-	0,84	-
Largura na popa	m	-	-	0,50	0,72	-
Diâmetro flutuador meia nau	m	-	-	-	0,38	-
Diâmetro flutuador popa	m	0,30	0,35	0,45	0,44	-
Número de compartimentos (inclusive se quilha inflável)	un	5	4	3	5	5
Número de assoalhos (piso)	un	não	1 esteira	6 partes	6 partes	4
Potência máxima do motor	HP	não	não	50	50	
Potência aconselhável motor	HP	não	não	35	25	25
Dimensões embalado	cm	-	95x40 x40 (corpo bote)	-	122x60x28	-
Dimensões do assoalho (piso)	cm	-	68x30 x13	-	104x51x17	-
Dimensões dos trilhos laterais	cm	-	-	-	155x11x05	-
Volume total	l	-	-	-	304	-

Peso	Kg	18	53	95	78	--
Capacidade suporte (útil)	Kg	270	430	850	950	-
Capacidade homens equipados	un.	3	5	5	5	5
Sacos para transporte	un.	mochila	1	2	2	1
Quilha	tipo	inflável	estrado	madeira	inflável	inflável
Calado	m	-	-	0,32	-	-
Correnteza	m/s	1,2	-	-	-	-
Volume dos flutuadores	dm3	-	-	1250	-	-
Área útil interna	m2	-	-	-	2,24	-
Carga máxima	Kg	-	-	-	2700	-
Pressão ideal	p.s.i.	2	3	3	3	3
Altura da proa	m	-	0,50	-	-	-
Tempo montagem (1 pessoa)	min.	-	8	-	13	-
Tempo montagem (3 pessoas)	min	-	-	-	8	-
Cor	-	preto	preto	preto	preto	preto
Guarnição ideal (piloto+remadores)	homens	3	3	3	3	3

Observações: Pressão: p.s.i. = (lb/pol2) = Kgf/cm2

b. Botes Pneumáticos de Assalto em uso no Exército Brasileiro

1) Bote de assalto M 6, fabricado pela Labortex (Brasil).

Figura 12. Bote de assalto M6

2) Bote de assalto Comando VI (Comando 6), fabricado pela Bombard (França).

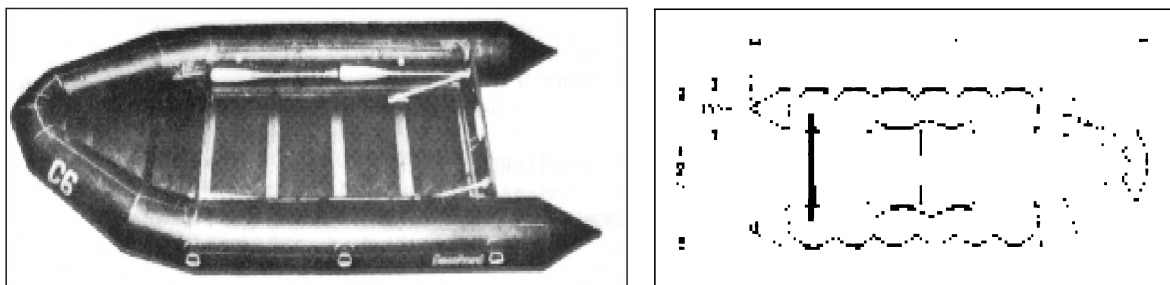



Figura 13. Bote de assalto Comando VI

3) Bote de assalto Comando VI (Comando 6), fabricado pela Angeviniere (Brasil).

Figura 14. Bote de assalto Comando VI

4) Bote de assalto Zefir S-6O-ZM, fabricado pela Zefir (Brasil).

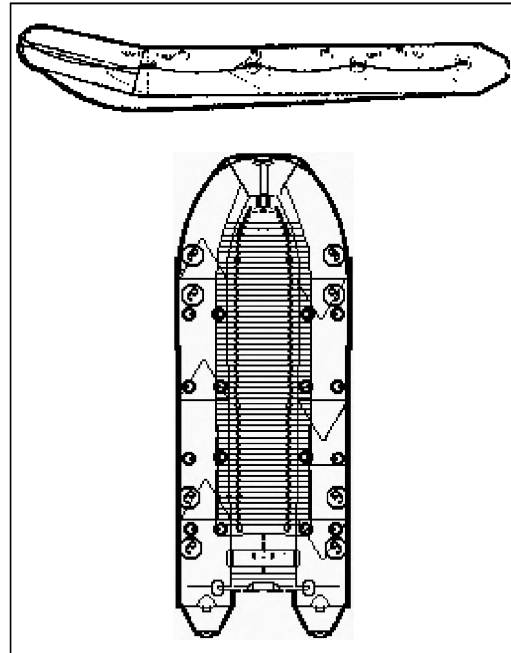



Figura 15. Bote de assalto Zefir S-60-ZM

5) Bote de assalto SB 600/101, Classe Piranha, fabricado pela Sea Boat (Brasil).

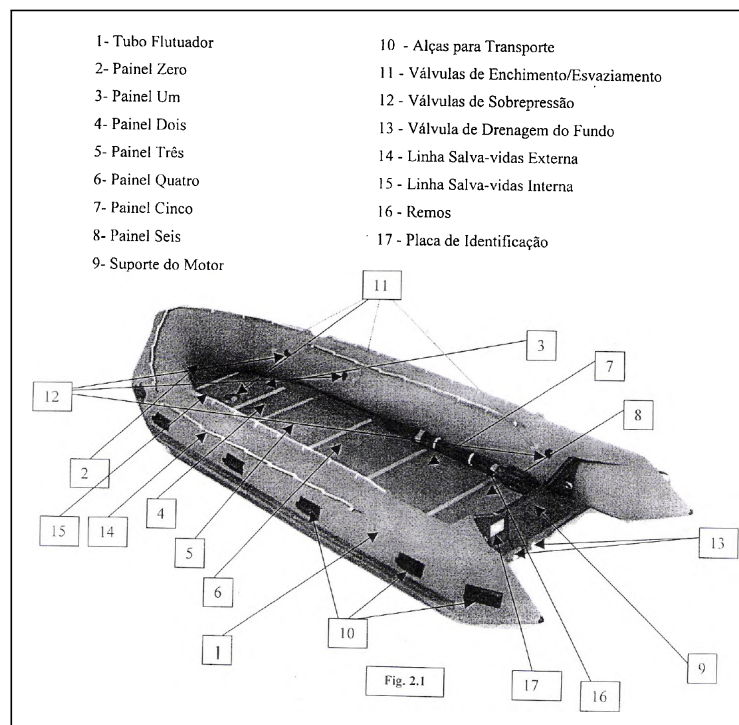



Figura 16. Bote de assalto Piranha SB 600/101

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS BOTES DE ASSALTO

CARACTERÍSTICAS	UNID	M 6	CMDO VI	S-60-ZM	SB 600/101
Fabricação (Origem)	-	-	Bombard França	-	Sea Boat Brasil
Fabricante nacional	-	Labortex	Angeviniere	Zefir Labortex	Sea Boat
Comprimento	m	5,50	6,00	6,00	6,18
Comprimento interno	m		4,00		-
Largura	m	1,85	2,40	2,00	2,31
Diâmetro flutuador popa	m	0,60	0,55	0,60	0,55
Número de compartimentos (inclusive se quilha inflável)	un.	6	5	9	6
Número de assoalhos (piso)	un.	1 esteira	6 partes	1 esteira	7 partes
Potência máxima do motor	HP	não	120	-	80
Potência aconselhável do motor	HP	não	60	60	40
Dimensões embalado (corpo bote)	cm	130x70x70	-	-	-
Dimensões do assoalho (piso)	cm	100x30x27,5	-	-	-
Peso	Kg	124	150	195	100
Capacidade suporte (útil)	Kg	2300	2000	3500	2245
Capacidade homens equipados	un.	12-18	16	16	12
Sacos para transporte	un.	1	2	1	2
Quilha	tipo	estrado	3 de madeira	inflável	inflável
Carga máxima	Kg	-	4750	-	-
Pressão ideal	p.s.i.	3	3	3	2,5
Altura da proa	m	0,83	-	0,90	-
Tempo de montagem (1 pessoa)	min.	15	-	-	--
Cor	-	preto	preto	preto	verde
Guarnição ideal (piloto + remadores)	un.	7	7	7	7

Figura 17. Modelos de botes pneumáticos de reconhecimento e de assalto

c. Outros Botes Pneumáticos de uso militar

1) Botes Pneumáticos Zodiac
   a) Linha Futura Commando (FC)
      - FC 420
      - FC 470
      - FC 530
   b) Linha G Boat (G)
      - G 380
      - G 470

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS BOTES ZODIAC

	Unidade	FC 420	FC 470	FC 530	G 380	G 470
Comprimento total	Metro	4,20	4,70	5,30	3,80	4,70
Largura total	Metro	1,75	1,90	2,14	1,83	1,93
Comprimento interno	Metro	2,80	3,40	3,70	2,55	3,30
Largura interna	Metro	0,84	0,90	1,04	0,92	0,93
Peso	Kg	120	146	180	65	80
Capacidade (ISO)	Pessoas	6	10	12	5	10
Capacidade máxima	Kg	870	1250	1690	800	1210
Compartimentos	Unidade	3+2+1	5+2+1	5+2+1	3+2+1+1	5+2+1+1
Motor recomendado	HP	25	40	50	35	50
Máximo motor	HP	50	55	80	35	50
Peso máximo do motor	Kg	98	110	140	85	98
Possível emprego	R: Recon A: Assalto	R	A/R	A	R	A/R

Figura 18. Bote Zodiac FC 470 – Futura Commando

2) Botes Pneumáticos Bombard
   a) Linha Commando (C)
      - Commando 3 – C3
      - Commando 4 – C4
      - Commando 5 – C5

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS BOTES BOMBARD- COMMANDO

	Unidade	**C3**	**C4**	**C5**
Comprimento total	Metro	3,80	4,30	4,70
Largura total	Metro	1,75	1,75	1,90
Comprimento interno	Metro	2,50	3,00	3,20
Largura interna	Metro	0,84	0,84	0,90
Diâmetro tubo	Metro	0,455	0,455	0,50
Peso	Kg	98	109	128
Capacidade (ISO)	Pessoas	6	7	9
Capacidade máxima	Kg	750	870	1150
Compartimentos	Unidade	3	3	4
Motor recomendado	HP	25	30	40
Máximo motor	HP	40	50	60
Peso máximo do motor	Kg	95	110	115
Possível emprego	R: Recon A: Assalto	R	R	R/A

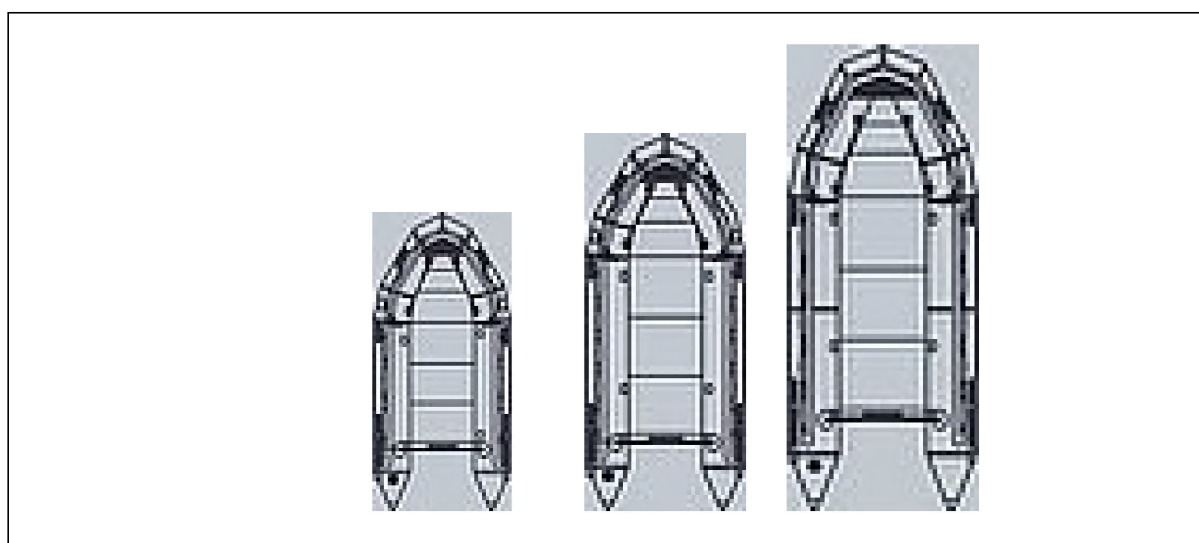



Figura 19. Botes Bombard Commando – da esquerda para à direita C3, C4 e C5

3) Botes Pneumáticos Angeviniere
   a) Linha Comando
      - Comando 3 (C3)
      - Comando 4 (C4)
      - Comando 5 (C5)
      - Comando 6 (C6)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS BOTES ANGEVINIERE – COMANDO

	Unidade	**C-3**	**C-4**	**C-5**	**C-6**
Comprimento total	Metro	3,50	4,30	5,30	6,0
Largura total	Metro	1,55	1,75	2,14	2,40
Diâmetro tubo	Metro	0,40	0,45	0,55	0,55
Peso	Kg	75	85	110	170
Capacidade (ISO)	Pessoas	6	8	12	16
Capacidade máxima	Kg	700	900	1500	2000
Máximo motor	HP	35	50	75	120
Embalagem piso	cm	95x60 x20	100x60 x26	120x65 x30	155x75 x35
Embalagem barco	cm	105x66 x26	115x70 x36	150x70 x35	175x75 x25
Possível emprego	R: Recon A: Assalto	R	R	A	A

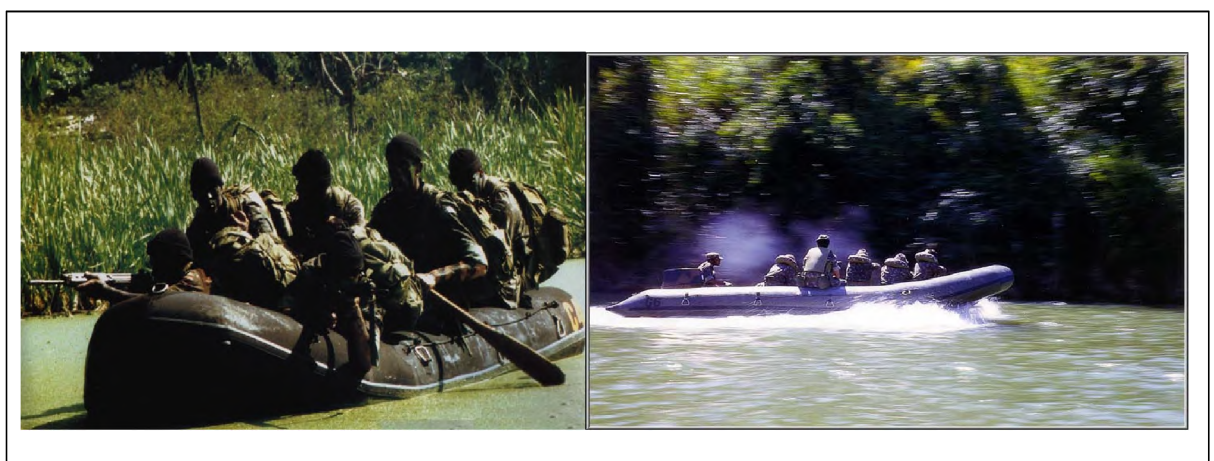



Figura 20. Botes Angeviniere Comando – C4 à esquerda e C6 à direita

4) Botes Pneumáticos Sillinger
   a) Linha Sillinger
      - 380 UM
      - 425 UM
      - 470 UM
      - 525 UM
      - 570 UM
      - 630 UM

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS BOTES SILLINGER

	Unidade	**380 UM**	**425 UM**	**470 UM**	**525 UM**	**570 UM**	**630 UM**
Comprimento total	Metro	3,82	4,25	4,70	5,25	5,70	6,40
Largura total	Metro	1,76	1,76	1,90	2,15	2, 40	2,55
Peso	Kg	93	109	130	192	230	265
Capacidade (ISO)	Pessoas	7	8	10	12/14	14/16	20
Capacidade máxima	Kg	800	960	1250	1810	2060	2600
Máximo motor	HP	40	50	60	80	100	140 ou 2X65
Possível emprego	R: Recon A: Assalto	R	R	R/A	A	A	A

Figura 21. Botes Sillinger

5) Botes Pneumáticos Nautiflex
    a) Linha Nautiflex Comander

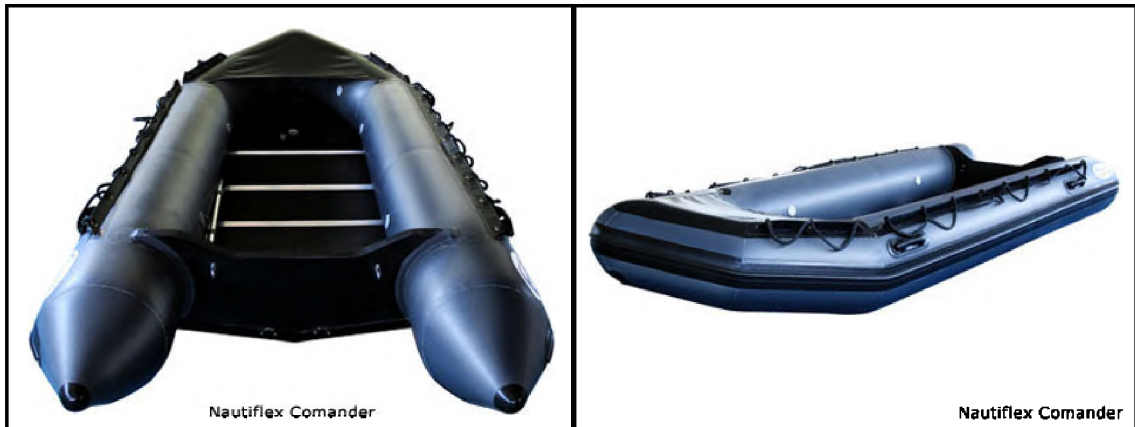



Figura 22. Bote Nautiflex Comander

3. COMPONENTES E ACESSÓRIOS

a. <u>Tubo flutuador</u>

O flutuador de cada embarcação é dividido em câmaras estanques, cada uma provida com uma válvula independente de enchimento/esvaziamento e com uma de sobrepressão.

b. <u>Quilha</u>

As embarcações podem ter quilha inflável ou quilha rígida.

A quilha inflável é confeccionada geralmente com o mesmo tecido do tubo flutuador da embarcação, possuindo uma válvula de enchimento e esvaziamento e uma válvula de alívio para o caso de sobrepressão.

A quilha rígida é fabricada com compensado naval.

c. <u>Estrado</u>

Sobre o conjunto quilha/fundo do bote é assentado um estrado removível composto de painéis que se encaixam à embarcação.

d. <u>Suporte do motor</u>

Para fixação do motor de popa, as embarcações possuem um suporte do motor, que geralmente possue orifícios para a amarração do motor.

e. <u>Alças para transporte, reboque e içamento</u>

As embarcações estão equipadas com alças para transporte e alças para reboque e içamento.

f. Cabo salva-vidas

Estão situados nos bordos de algumas embarcações, confeccionados de cordame.

g. Válvulas de enchimento/esvaziamento

Estão localizadas em cada um dos compartimentos estanques**.** Por intermédios destas válvulas ocorre o enchimento e o esvaziamento do bote.

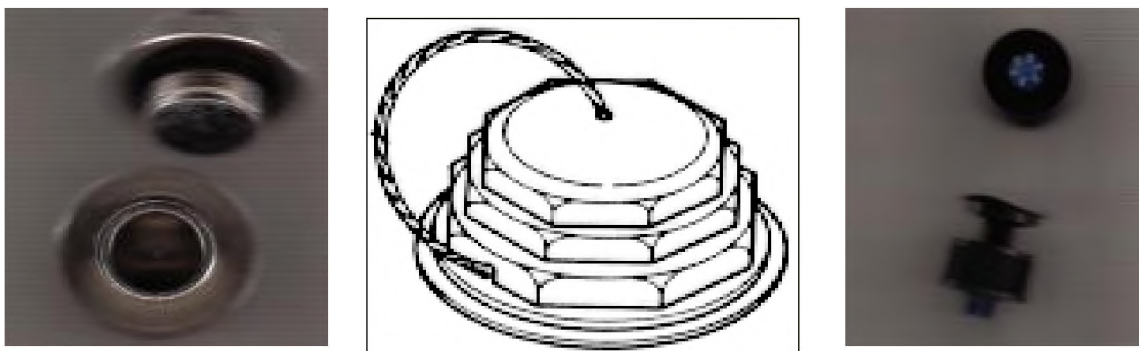



Figura 23. Três modelos de válvulas de enchimento/esvaziamento de botes

h. Manômetro

As embarcações possuem um manômetro que verifica a pressão dos compartimentos e da quilha inflável**.**

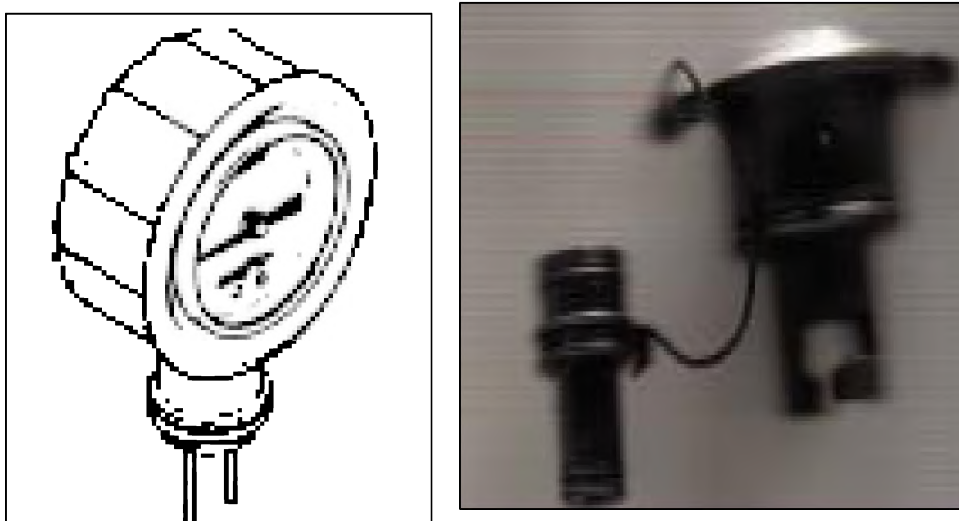



Figura 24. Dois modelos de manômetro

i. Colete salva-vidas

Algumas embarcações são dotadas de coletes salva-vidas para prover a segurança dos embarcados.

j. Remos

Normalmente, cada embarcação possui um conjunto de remos que se destinam a impulsionar a embarcação. Podem ser de madeira, metálicos ou de material plástico.

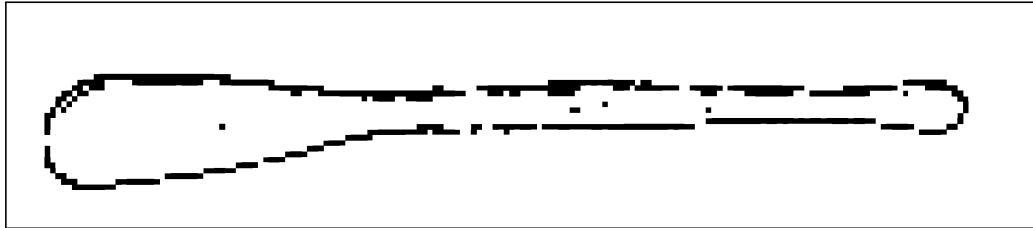



Figura 25. Um modelo de remo

l. Bolsa para transporte de remos

Destina-se a transportar os remos da embarcação.

m. Bolsa para transporte da embarcação

Destinam-se ao transporte do conjunto flutuador.

n. Bolsa para transporte dos painéis do estrado

Destina-se a transportar os painéis da embarcação.

o. Fole com mangueira

Destina-se a encher os compartimentos da embarcação e a quilha inflável.

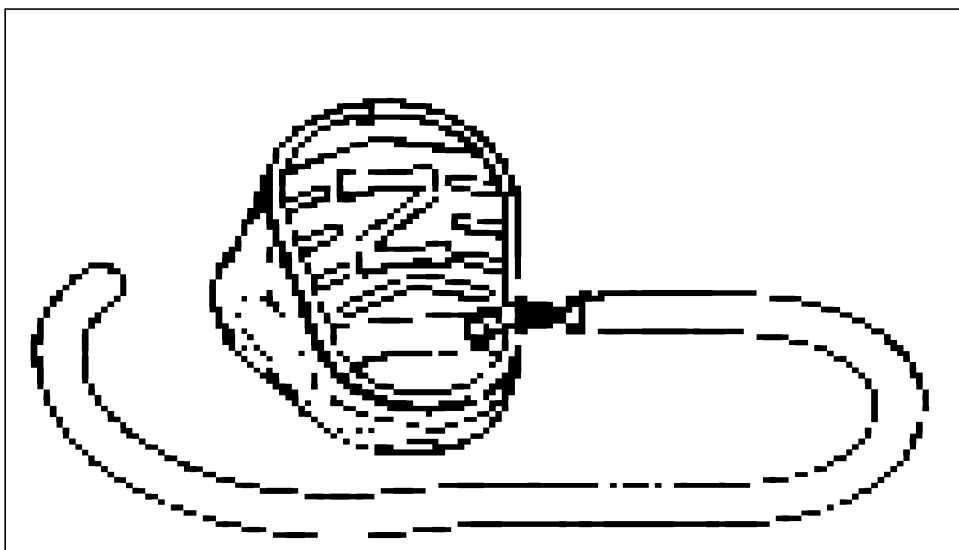



Figura 26. Um modelo de fole com mangueira

p. Estojo/bolsa de reparos

Consiste de um estojo/bolsa/kit com material de reparo da embarcação, tais como válvulas sobressalentes, remendos, acelerador, cola, tesoura e lixas.

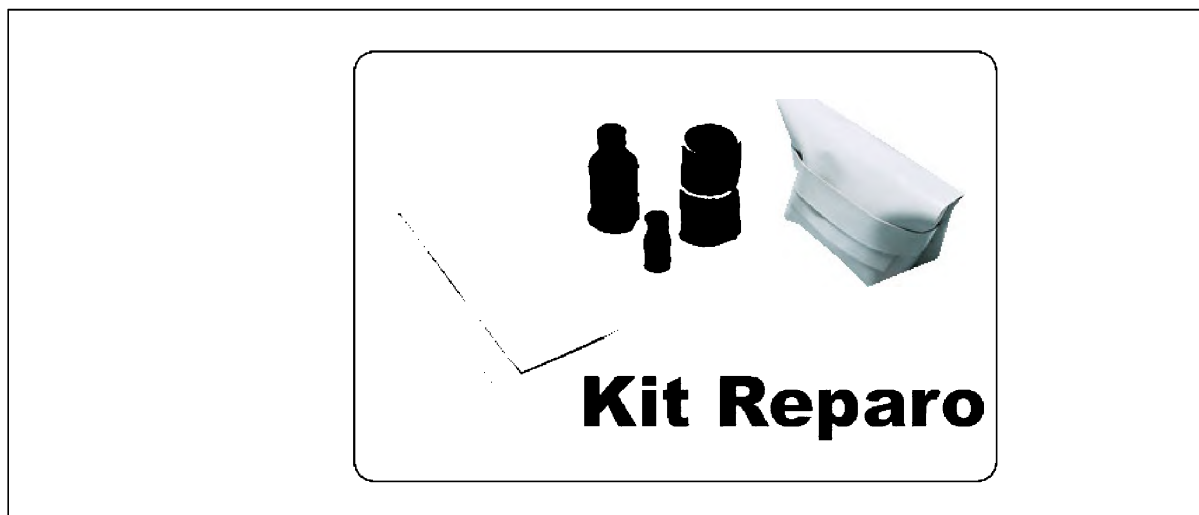



Figura 27. Um modelo de estojo de reparos

q. Estojo/bolsa de emergência

Consiste de um estojo com material para ser empregado em emergências tais como tarugos cônicos que destinam-se a vedar, provisoriamente, possíveis rasgos ou furos na embarcação.

r. Válvula de drenagem

Consiste de uma válvula com tampa (tampão) com a finalidade de drenar a água que entra ou que se acumula no bote. Geralmente, a maioria dos botes possue uma válvula de drenagem.

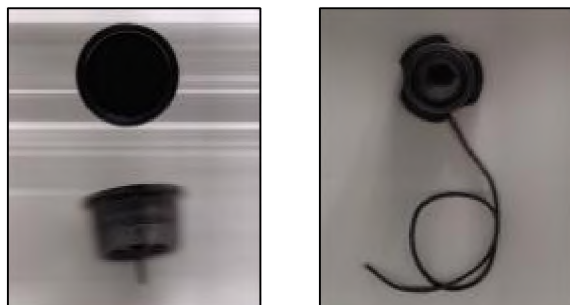



Figura 28. Um modelo de válvula de drenagem e um modelo de tampa de válvula de drenagem

COMPONENTES E ACESSÓRIOS DE BOTES DE RECONHECIMENTO

COMPONENTES E ACESSÓRIOS	REC 3	M 2	CMDO IV	ZEFIR 404 M	NAUTA 40 M
Remos	03	03	04	02	02
Bolsa de reparos	01	01	01	01	01
Mochila de transporte	01	-	-	-	-
Fole	01	01	01	01	01
Manômetro	-	01	01	01	01
Forquetas	-	-	02	02	-
Canaleta lateral	-	-	02	02	02
Válvulas	-	-	02	01	-
Suporte p/ motor de popa	-	-	01	01	01
Estrado (partes)	-	1	06	06	04
Alça p/ transporte	-	06	-	08	-
Bolsa de reparos de emergência	-	01	-	01	-
Manual de instruções	01	-	01	01	01
Quilha (partes)	inflável	esteira	3 madeira	inflável	inflável
Saco de transporte	-	-	2	-	01
Colete salva-vidas	-	-	-	-	05
Corpo do bote	01	01	01	01	01
Verdugo para corda de nylon	-	02	-	-	-

COMPONENTES E ACESSÓRIOS DE BOTES DE ASSALTO

COMPONENTES E ACESSÓRIOS	M 6	COMANDO VI	ZEFIR S-60-ZM	SB 600/101
Remos	07	06	05	12
Bolsa de reparos	01	01	01	01
Bolsa de emergência	01	-	01	-
Fole c/ mangueira	01	01	01	03
Manômetro	01	01	01	01
Canaleta lateral	-	02	-	-
Suporte do motor	não	01	01	01
Estrado (partes)	1 esteira	06 partes	01 esteira	07 partes
Manual de instruções	01	01	01	01
Quilha (partes)	1 esteira	03 de madeira	inflável	inflável
Saco de transporte	01	-	-	02
Corpo do bote	01	01	01	01
Alças para transporte	16	-	09	14
Válvula de escoamento de água	não	sim	sim	Sim
Verdugo para corda de nylon	02	-	02	-
Estabilizador de madeira	-	-	04	-
Suporte “U”	-	-	02	-
Travas de ajustagem dobrável	-	-	03	-
Tábua de assento	-	-	01	-
Barras de força	-	02	-	-

4. OPERAÇÃO

a. Montagem e desmontagem de botes pneumáticos

1) Bote de reconhecimento para 3 homens

a) Montagem

(1) Remova o bote da bolsa de transporte.

(2) Desdobre o bote e coloque-o num local plano.

(3) Abra as válvulas, girando-as no sentido anti-horário.

(4) Tire o fole de mão da bolsa de transporte; conecte o adaptador no encaixe interior do fole e coloque dentro da válvula aberta do tubo flutuador; bombeie até a pressão no compartimento atingir (2 lib/pol² = 2 p.s.i.); repita com os outros compartimentos. A inflagem do bote pode ser realizada com ou sem mangueira; mas o adaptador precisa ser usado.

(5) Inflar o piso do bote (quilha) de forma similar à explicada anteriormente.

(6) Não infle excessivamente qualquer compartimento do bote.

(7) Retire as seções de remo da bolsa de transporte e as una.

(8) Recoloque o fole, mangueira e adaptador no local apropriado na bolsa de transporte.

(9) Coloque o bote na água.

b) Desmontagem

(1) Remova do bote todas as partes soltas e materiais, tais como: fole, remos, outras amarras, pedras, areia, etc.; limpe e seque as superfícies do bote.

(2) Abra todas as válvulas do bote.

(3) Conecte a mangueira no encaixe superior do fole; coloque o adaptador, preso a outra extremidade da mangueira, dentro da abertura da válvula do tubo flutuador; bombeie até que todo o ar tenha saído completamente do compartimento do bote. Repita, igualmente, com os outros compartimentos e piso do bote (quilha inflável).

(4) Desconecte as seções dos remos e recoloque-as nos respectivos compartimentos na bolsa de transporte. Coloque o fole e a mangueira desconectada no compartimento apropriado.

(5) Estenda a bolsa de transporte no plano, com o fundo e as abas laterais estendidas e com as tiras presas no lado de baixo.

(6) Disponha o bote completamente desinflado e dobre-o compactamente num volume de 40 x 60 cm.

(7) Coloque o bote dobrado na seção central da bolsa de transporte estendida; dobre sobre as abas do fundo; dobre sobre as abas laterais e afivele.

(8) O bote (já dobrado), com os acessórios, segure na bolsa de transporte, está agora pronto para ser conduzido.

Figura 29. Bote de reconhecimento para três homens e sua bolsa de transporte

2) Bote de reconhecimento M 2

a) Montagem

(1) Desenrolar o bote.

(2) Inflar parcialmente as câmaras, colocando a ponta da esteira na posição normal.

(3) Inflar totalmente as câmaras.

(4) Calibrar a pressão com o manômetro.

Figura 30. Bote de reconhecimento M2

b) Desmontagem

(1) Girar as válvulas no sentido anti-horário, pressionando com o dedo a válvula, permitindo a saída do ar.

(2) Desinflar as câmaras totalmente.

(3) Retirar a esteira.

(4) Enrolar o bote.

3) Bote de reconhecimento para 5 homens Comando IV

a) Funcionamento das válvulas

(1) Para encher: Retirar o tampão, introduzir o adaptador existente na mangueira do fole e acioná-la, cuidando para que mangueira não apresente dobras. Atenção para que o pino da válvula esteja todo para cima. Se não estiver, dê um quarto de volta no sentido horário, libertando o pino e a sede da válvula.

(2) Para esvaziar: Basta pressionar o pino central para baixo e dar um quarto de volta no sentido anti-horário. Isto prenderá o pino e impedirá a sede da válvula de se fechar, proporcionando o esvaziamento contínuo. Para aliviar a pressão, basta pressionar o pino levemente para baixo, permitindo o escape de ar pouco a pouco.

b) Montagem

(1) Retirar do saco e desenrolar a parte de borracha.

(2) Usando o fole, encher cada compartimento com um pouco de ar, suficiente para dar forma ao bote.

(3) Preparar, em separado, o piso.

(4) Alinhar os painéis nº 1,2 e 3, colocando-os topo a topo. Fixar estes painéis com os suportes laterais próprios.

(5) Levantar o conjunto assim formado e colocar o elemento da quilha a ré sob os painéis 1 e 2 encaixando as partes macho-fêmea. Alinhar o painel 4 e colocar o elemento intermediário da quilha.

(6) Já com a quilha no lugar, colocar o bloco obtido no fundo do bote, bem chegado à popa, forçando-o para que entre sob a peça de madeira existente ao painel de popa.

(7) Puxar pelos punhos laterais os flutuantes de modo a encaixar bem o piso já obtido no “V” formado pela união do flutuador com o fundo do bote.

(8) Colocar a quilha articulada na parte do bote, encaixando o pino existente na sua parte superior na ranhura e peça metálica do painel fixo a vante.

(9) Suspender a parte de vante do conjunto de piso já obtido, ao mesmo tempo que a quilha articulada. Encaixar as partes (macho e fêmea) e baixar simultaneamente, forçando pelo ponto de união das partes da quilha, de forma a esticar completamente o fundo. A quilha deverá repousar exatamente sobre o esforço existente na parte superior do fundo de borracha.

(10) Rever a posição correta das demais peças de madeira.

(11) Colocar então os painéis 5/6, que são articulados. A parte à vente do painel deve tocar o painel fixo, enquanto que a parte posterior do painel 5 deve tocar a parte interior do painel 4.

(12) Apoiar forte sobre a articulação dos painéis 5 e 6, até que eles se rebatem sobre a quilha articulada e completem o piso.

(13) Acabar de encher os compartimentos, até a pressão indicada.

(14) Colocar as tampas das válvulas.

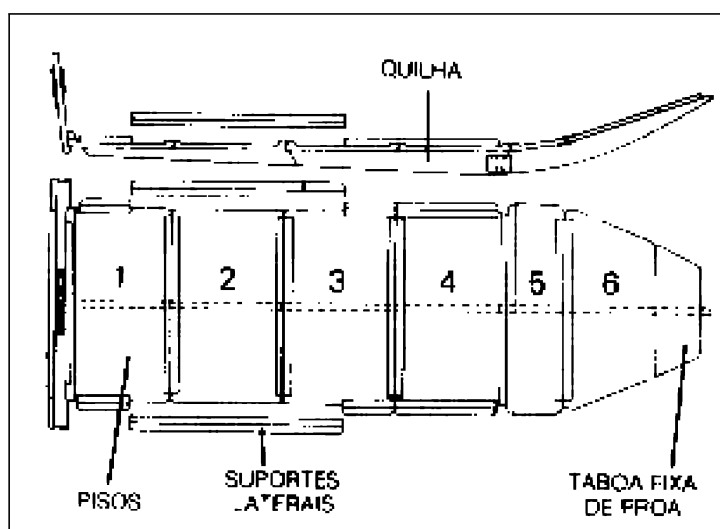



Figura 31. Esquema de montagem do bote de reconhecimento Comando IV

c) Desmontagem

(1) Retirar as tampas das válvulas. Pressionar o pino da válvula para baixo, dando a torção de um quarto de volta, aproximadamente, fixando a válvula na posição aberta.

(2) Ajudar o esvaziamento, comprimindo o flutuador.

(3) Desmontar todas as partes de madeira do piso, começando pelo painel articulado 5/6, onde existem dois orifícios.

(4) Enrolar, de vante para ré, os flutuadores, para ajudar a saída de ar dos compartimentos à vante. Fazer o mesmo, de ré para vante, para esgotar o ar dos demais compartimentos.

(5) Fechar as válvulas de enchimento girando o pino para a direita.

(6) Tampar as válvulas.

(7) Estender o bote no chão.

(8) Rebater o painel de popa sobre o fundo e dobrar sobre ele os cones de ré dos flutuadores.

(9) Dobrar sobre o fundo, a parte dos flutuadores, ao longo do bote, que exceder a largura do painel de popa.

(10) Dobrar então o bote de ré para vante, a fim de obter um volume de dimensões iguais às do saco de transporte.

Figura 32. Bote de reconhecimento Comando IV

4) Bote de reconhecimento para 5 homens Zefir 404 - M

a) Montagem

(1) Retirar do saco o bote e desenrolá-lo, sobre um piso liso.

(2) Montar primeiramente o piso fora do bote para conferência do mesmo, em seguida colocar a primeira tábua (piso) da popa.

(3) Colocar os trilhos laterais um a um, encaixando nos trilhos as tábuas do piso (seguindo as etiquetas numeradas, 1 com 1, 2 com 2).

(4) Uma vez todo o piso encaixado, dar algumas voltas no esticador de aço inox do piso, que se encontra entre a quinta tábua e a da proa.

(5) Com o fole, inflar os compartimentos, mas não com toda a pressão recomendada, operação esta que se faz com que todo o piso se encaixe nos diversos lugares.

(6) Inflam-se todos os compartimentos.

(7) Infla-se a quilha.

(8) Verificar a pressão com o manômetro.

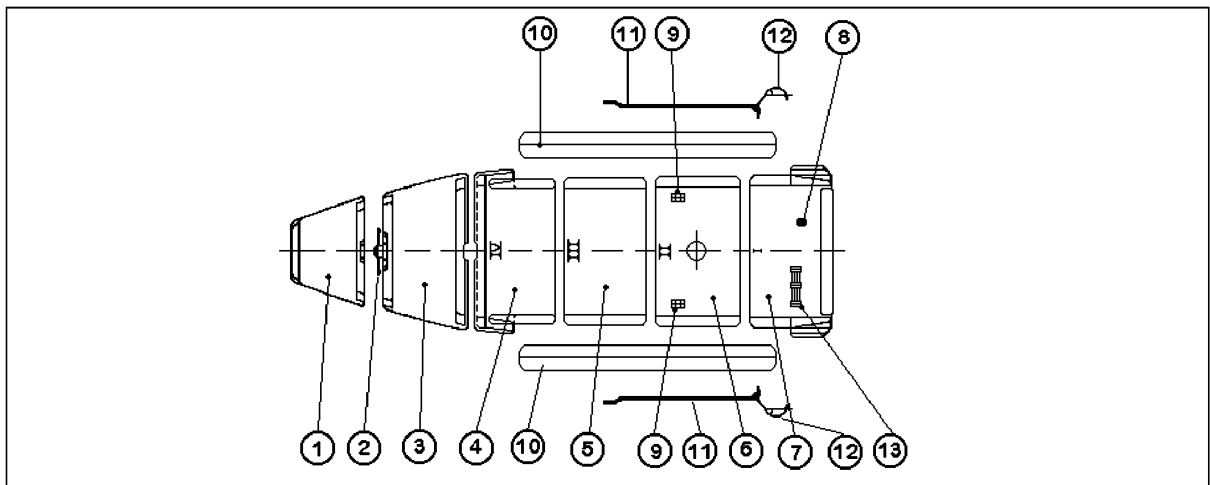



Figura 33. Esquema de montagem do bote de reconhecimento Zefir 404 M

Figura 34. Bote de reconhecimento Zefir 404 M

b) Desmontagem

(1) Esvaziar o bote, desatarraxando completamente as válvulas de cada compartimento.

(2) Ajudar o esvaziamento, pressionando os tubos de ar.

(3) Enrolar o bote, no sentido proa a popa. Como os compartimentos da frente ficarão vazios primeiro, fazer pressão sobre a parte de trás.

(4) Enrolar a segunda parte sobre a proa do bote. Quando os dois compartimentos estiverem vazios, fechar as válvulas.

(5) Esticar o barco totalmente.

(6) Dobrar o suporte da popa sobre o fundo do bote, e depois dobrar as extremidades sobre o bote.

(7) Dobrar os tubos de ar laterais para dentro, ao longo do barco.

(8) Dobrar todo o bote no sentido de proa a popa, para formar um pacote adaptável ao saco de transporte.

5) Bote de reconhecimento para 5 homens Nauta 40 - M

a) Montagem

(1) Desdobrar completamente o corpo do bote, vazio, estendendo-o sobre uma área plana.

(2) Colocar dois calços, que podem ser os remos, longitudinalmente, debaixo do bote.

(3) Verificar e ajustar a quilha na posição central do bote.

(4) Colocar os painéis integrantes do estrado, na seqüência (1-2-3-4). A peça (1) deve ser posicionada inicialmente no lugar da (4), sendo a seguir empurrada para trás, até que se encaixe no lugar apropriado do espelho de popa. As peças (3) e (4) devem ser colocadas na posição, sendo a seguir forçadas para baixo. Observar a coincidência das letras dos painéis, ou seja, A com A e B com B.

(5) Encaixar as duas longarinas (5) na parte lateral do estrado.

(6) Inflar o bote levemente, apenas o suficiente para que tome o seu formato final.

(7) Verificar se os painéis estão encaixados nos ângulos inferiores do bote. Se não estiverem, pisar sobre os mesmos até que se encaixem.

(8) Inflar o bote até a pressão de serviço (3 lb/pol2), controlando cada compartimento com o auxílio do manômetro. A seqüência para enchimento é pelas válvulas 1-2-3-4.

(9) Inflar a quilha (válvula nº 5) até a pressão de serviço (3 lb/pol2).

(10) Colocar as tampas nas válvulas imediatamente após o enchimento de cada compartimento, mantendo-as bem apertadas.

(11) Fixar o estojo de reparos no respectivo lugar.

b) Desmontagem

(1) Retirar as tampas das válvulas, na seqüência inversa da montagem, ou seja, 5-4-3-2-1, introduzindo o respectivo esvaziador (lingüeta).

(2) Desmontar os painéis do estrado na seqüência inversa da montagem.

(3) Dobrar o bote sucessivamente em torno do espelho de popa, procurando puxar os flutuadores laterais para o meio, a fim de reduzir a largura do volume. Os esvaziadores (lingüetas) devem ser retirados a medida que o barco seja dobrado.

(4) Amarrar o volume do bote com o cabo de proa.

(5) Colocar o bote sobre o saco, estendido previamente numa área plana.

(6) Colocar os painéis do estrado e demais acessórios sobre o bote, fechando a seguir as abas laterais do saco, amarrando-as com os respectivos cabos.

5) Bote de reconhecimento Sillinger

a) Montagem de bote com quilha inflável

(1) Retire a embarcação de sua bolsa de transporte e estenda o casco no chão sobre uma superfície limpa e uniforme, livre de objetos cortantes, pedras, pregos, etc.

(2) Retire as tampas das válvulas e verifique se a válvula de retenção está em posição elevada; se não estiver, faça pressão para baixo no parafuso central da válvula, e gire-a para a direita. Com isto o registro será posicionado corretamente.

(3) Introduza o bocal da mangueira do fole de enchimento numa válvula e infle progressivamente e com baixa pressão as câmaras do casco, uma por uma, de maneira a dar forma à embarcação.

(4) Introduza o estrado de proa na seção de proa da embarcação, certificando-se de que as laterais do estrado estejam bem ajustadas no entalhe preto entre o tubo de flutuação e o fundo da embarcação. A superfície antiderrapante deve estar voltada para cima.

(5) Certifique-se de que o estrado da proa esteja colocado exatamente no centro da embarcação, e que a válvula de enchimento da quilha esteja facilmente acessível através da abertura do estrado.

(6) Pegue os elementos restantes do estrado e comece por colocar o elemento nº 1 na embarcação perto do suporte do motor, certificando-se de que ele esteja posicionado centralmente, sob a ripa de retenção do estrado no suporte do motor.

(7) Pegue os dois elementos restantes do estrado e deslize o elemento nº 3 sob o prolongamento do elemento nº 4 (estrado de proa) e deslize o elemento nº 2 sob o elemento nº 1 (estrado de popa). Os elementos nº 2 e nº 3 formam agora um ângulo que lembra um telhado.

(8) Pressione para baixo, com força e verticalmente na parte superior deste ângulo de forma que os elementos do estrado sejam empurrados para baixo e para as extremidades até encaixarem, formando uma superfície plana uniforme.

(9) Se a embarcação estiver equipada com longarinas introduza-as, em cada lado dos estrados, entre os tubos de flutuação e o fundo, enquadrando os elementos do estrado no entalhe metálico das longarinas, que desta forma é posicionada como um prolongamento das longarinas fixadas nos elementos nº 1 e nº 3 do estrado.

(10) É possível ficar de pé no interior da embarcação sobre os estrados durante o enchimento da mesma. Infle cada uma das câmaras de ar do tubo flutuador até a metade da pressão de trabalho. Em seguida, verifique se as longarinas e as longarinas falsas estão posicionadas corretamente, e então continue a inflar.

(11) A embarcação deverá ser inflada até ficar completamente rígida. Enchimento incompleto pode resultar em sérios danos para os estrados, e desgastar prematuramente o tubo flutuador.

(12) Quando verificar a pressão de trabalho com o uso de um manômetro, este deverá indicar 220 milibares.

(13) Deve-se iniciar o enchimento da quilha somente depois que o tubo flutuador estiver completamente inflado e sua pressão ter sido verificada.

(14) Infle a quilha com o fole de enchimento até que o mesmo não possa mais inflar. Quando verificar a pressão da quilha com o manômetro, este deve indicar entre 140 e 180 milibares.

(15) Atarraxe bem apertada a válvula, o mecanismo de retenção e a tampa da válvula. É normal um assobio antes de atarraxar a tampa da válvula, vindo da membrana retentora na válvula.

b) Montagem de bote com quilha rígida

(1) Retire a embarcação de sua bolsa de transporte e estenda o casco no chão sobre uma superfície limpa e uniforme, livre de objetos cortantes, pedras, pregos, etc.

(2) Retire as tampas das válvulas e verifique se a válvula de retenção está em posição elevada; se não estiver, faça pressão para baixo no parafuso central da válvula, e gire-o no sentido horário. Com isto o registro será posicionado corretamente.

(3) Introduza o bocal da mangueira do fole de enchimento numa válvula e infle progressivamente e com baixa pressão as câmaras do casco, uma por uma, de maneira a dar forma à embarcação (até aproximadamente 1/3 de sua capacidade).

(4) Deslize o estrado de proa até sua posição e certifique-se de que os lados do estrado estão corretamente inseridos no entalhe preto entre o tubo flutuador e o fundo da embarcação.

(5) Tenha o cuidado de posicionar perfeitamente o estrado de proa no centro da embarcação, e que as guias de madeira no centro sejam posicionadas de tal forma a que elas fiquem voltadas para o fundo da embarcação. O lado com tratamento antiderrapante deve estar voltado para cima.

(6) As duas seções de proa são montadas diretamente por meio das duas cavilhas e porcas destinadas a este fim e que são parte do kit. Aperte cuidadosamente as porcas usando as chaves de boca correspondentes.

(7) Deslize as duas seções da quilha, montadas anteriormente, entre as guias de madeira existentes, sob os dois estrados da proa, que já foram posicionados, e empurre-os com força em direção da proa até que o bloco retentor metálico entre em contato com o estrado da proa.

(8) Para facilitar esta operação, alguém deve levantar a proa da embarcação pela alça de transporte da proa; isto permitirá que estrado e quilha deslizem todo o percurso em direção à proa.

(9) Agora, a seção de popa da quilha deve ser introduzida em seu encaixe, localizada no centro da parte inferior do suporte do motor, abaixo da ripa de retenção do estrado. A seção de popa da quilha deve, em seguida, ser acoplada às seções de quilha já posicionadas, passando um parafuso através do orifício mais à frente da articulação, mas sem apertar, uma vez que a articulação deve permanecer móvel.

(10) Com as duas mãos, empurre a articulação da quilha para baixo com força, enquanto a proa da embarcação é levantada por uma segunda pessoa usando a alça de transporte da proa. Tome cuidado para que a quilha não mude de posição durante esta operação.

(11) A quilha está corretamente posicionada se ajustar-se bem no meio da embarcação, entre as guias da quilha, por cima do reforço do tecido existente no fundo da embarcação.

(12) Introduza os dois parafusos restantes nas porcas correspondentes e aperte-as usando as chaves de boca apropriadas.

(13) Posicione o estrado de popa (elemento nº 1) por baixo da ripa retentora do estrado, localizada na parte inferior interna do suporte do motor, com a ripa de reforço voltada para o lado de cima do estrado.

(14) Em seguida, posicione o elemento nº 3 do estrado sob o bloco retentor metálico, existente no estrado de proa, e então posicione o elemento nº 2 do estrado sob o reforço do elemento nº 1 do estrado (estrado de popa).

(15) Os elementos nº 2 e nº 3 do estrado formarão assim um ângulo semelhante àquele de um telhado.

(16) Erga ligeiramente a proa da embarcação e, pressione, com força e para baixo, os estrados que estão formando um ângulo, de modo que eles se dobrem e se posicionem sobre a quilha.

(17) Se o estrado estiver equipado com longarinas, introduza estas em cada lado do estrado, entre o tubo flutuador e o fundo da embarcação, ao mesmo tempo encaixando os lados do estrado no entalhe metálico das longarinas, de tal forma que estas formem um prolongamento das longarinas fixas nos elementos nº 1 e nº 3 do estrado.

(18) Uma pessoa pode permanecer de pé sobre o estrado durante o enchimento. Infle as câmaras de ar pela metade, uma por uma.

(19) Verifique se os elementos do estrado estão corretamente posicionados nos reforços laterais pretos, situados entre o tubo flutuador e o fundo da embarcação. Em seguida continue a inflar as câmaras de ar, uma por uma, de forma progressiva.

(20) A embarcação deve ser inflada até ficar completamente rígida. O enchimento incompleto pode causar sérios danos ao estrado e provocar desgaste prematuro do casco da embarcação.

(21) Quando verificar a pressão de trabalho usando um manômetro, este deve indicar 220 milibares.

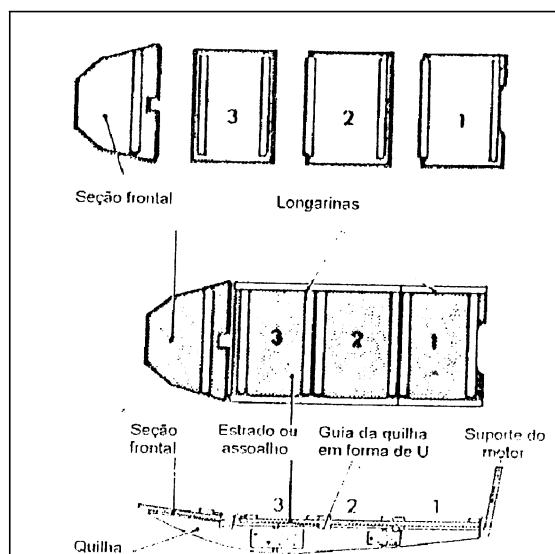



Figura 35. Esquema de montagem do bote de reconhecimento Sillinger

Figura 36. Bote de reconhecimento Sillinger

7) Bote de assalto M 6

a) Montagem e desmontagem

(1) Semelhante ao bote de reconhecimento M 2.

Figura 37. Bote de assalto M6

8) Bote de assalto Comando VI

a) Montagem e desmontagem

(1) Semelhante ao Bote de reconhecimento Comando IV.

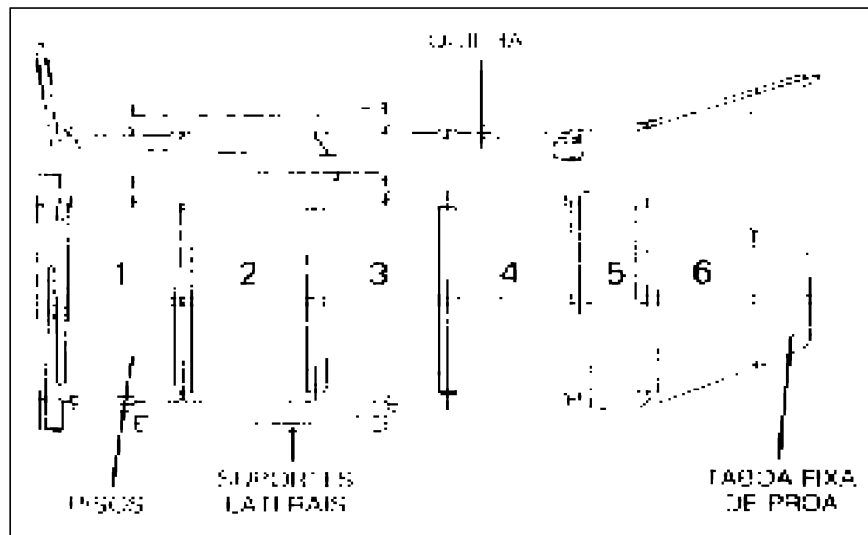



Figura 38. Esquema de montagem do bote de assalto Comando VI

Figura 39. Bote de assalto Comando VI

9) Bote de assalto Zefir S-60-ZM

a) Montagem

(1) Desenrolar o bote.

(2) Colocar o estrado de madeira, primeiramente a parte dianteira em posição normal.

(3) Apertar a correia da parte traseira do estrado, de modo que este fique por baixo do reforço do suporte do motor de popa.

(4) Prender a parte dianteira do estrado na correia de fixação.

(5) Inflar os tubos flutuadores, com exceção da quilha.

(6) Colocar os perfis de pinho, a partir da curvatura do estrado em direção à popa, dois de cada lado.

(7) Colocar dois suportes "U" na junção de dois perfis de pinho.

(8) Colocar travas de ajustagem dobráveis, sendo a primeira no suporte "U" e as demais nas extremidades dos perfis de pinho, todos com a mesma pressão.

(9) Colocar a tábua de assento nos dispositivos de fixação e amarrar com cordão.

(10) Prender o reservatório de combustível com a correia de nylon existente no estrado.

(11) Inflar a quilha.

b) Desmontagem

(1) Para a desmontagem executam-se as operações inversas da montagem.

Figura 40. Bote de assalto Zefir S-60-ZM

10) Bote de assalto Piranha SB 600/101

a) Montagem

(1) Desenrolar a embarcação sobre uma superfície plana e lisa.

(2) Colocar todos os painéis do estrado, na ordem seqüencial, ao lado da embarcação.

(3) Marcar bem os painéis e o seu sentido.

(4) Assente o painel nº 1 na embarcação, assegurando-se de que o mesmo tenha encaixado perfeitamente no painel zero.

(5) Posicione, a seguir, o painel º 2, tendo a certeza de que o mesmo tenha se encaixado perfeitamente no painel nº 1.

(6) Repita a operação anterior para a colocação do painel nº 3.

(7) Assente, agora, o painel nº 6, pressionado-o contra o suporte do motor, de forma a obter o seu perfeito encaixe.

(8) Posicione, a seguir, os painéis nº 4 e nº 5, simultaneamente, encaixando-os contra os painéis nº 3 e nº 6, respectivamente.

(9) Aplique, então, força sobre os painéis nº 4 e nº 5, subindo na embarcação e puxando as cordas salva-vidas.

(10) Tenha a certeza de que o conjunto de painéis esteja bem alinhado.

(11) Retire, girando 90º no sentido anti-horário os bujões das válvulas de enchimento/esvaziamento.

(12) Coloque todas as válvulas de enchimento/esvaziamento na posição de enchimento, girando 90º no sentido anti-horário o sistema de trava da válvula, localizado no centro.

(13) Coloque o adaptador que está localizado na extremidade da mangueira do fole, na válvula de enchimento.

(14) Encha as câmaras do flutuador e a quilha, se inflável, na seguinte seqüência; primeiro o compartimento localizado na proa; segundo os compartimentos junto ao suporte do motor; terceiro o compartimento do lado oposto junto ao suporte do motor; quarto o compartimento central; quinto o compartimento central oposto e, logo após a quilha pneumática. Ao alcançar a pressão de trabalho (2,5 psi) em cada compartimento, desconecte o adaptador.

(15) Caso a pressão atinja 3,0 psi, uma válvula de segurança, existente em cada uma das câmaras do flutuador e na quilha inflável, atuará, aliviando o excesso de pressão.

(16) Recoloque os bujões das válvulas de enchimento/esvaziamento, assegurando-se de que estão todos bem conectados.

c) Desmontagem

(1) Retire os bujões das válvulas de enchimento/esvaziamento.

(2) Coloque todas as válvulas de enchimento/esvaziamento na posição de esvaziamento, pressionando e girando 90º no sentido horário o sistema de trava da válvula, localizado no centro.

(3) Retire todos os painéis removíveis.

(4) Coloque a embarcação em local plano, dobre o flutuador para o interior da embarcação.

(5) Dobre os cones sobre o suporte do motor.

(6) Enrole a embarcação ao redor do suporte do motor, deixando sempre o ar existente no flutuador e na quilha escapar.

(7) Dobre a proa para cima do flutuador.

(8) Dobre a proa sobre a popa. Esta última deverá ficar para o interior.

(9) Coloque a embarcação, painéis e os remos em seus respectivos sacos de transporte, os quais deverão ser fechados.

Figura 41. Bote de assalto Piranha SB 600/101

b. <u>Pressão do ar nos compartimentos pneumáticos</u>

1) O bote deve ser inflado de tal modo que os tubos flutuadores e a quilha não cedam mais de 1,5 cm, sob forte pressão do dedo polegar.

2) Se os motores forem de potência superior a 25 HP e alta velocidade, recomenda-se uma pressão mínima de 250 g/cm2 (0,25 atm). Para o controle da pressão emprega-se o manômetro.

3) A pressão do ar nos flutuadores, aumenta proporcionalmente com a temperatura, à razão de 4 g/cm2 para cada 1º C.

4) Admite-se uma elevação de temperatura de até 25º C sem necessidade de efetuar correções. Caso a pressão ultrapasse a pressão recomendada pelo fabricante, a pressão deverá ser reduzida, esvaziando-se os flutuadores/quilha.

5) Dado que o contato com a água fria origina uma redução na temperatura do ar contido nos flutuadores e conseqüente redução da pressão, é conveniente efetuar o enchimento dos mesmos até a pressão recomendada.

c. Motor de popa

1) O motor de popa deve ser montado no meio do espelho de popa, apertando com as mãos os respectivos grampos de fixação. Estes devem ser reapertados a cada 15 minutos de navegação.

2) O motor deve ser firmemente amarrado ao bote, usando um cabo ou corrente a ser fixado nos olhais existentes no espelho de popa ou em qualquer outro local que ofereça resistência ao peso do motor.

3) O eixo da hélice deverá estar paralelo à superfície da água.

4) Regular o ângulo do motor/espelho de popa experimentalmente, de acordo com a distribuição das cargas e as condições de navegação.

5) Evitar acelerações e curvas bruscas e repetidas.

6) Não exceder a potência máxima indicada pelo fabricante.

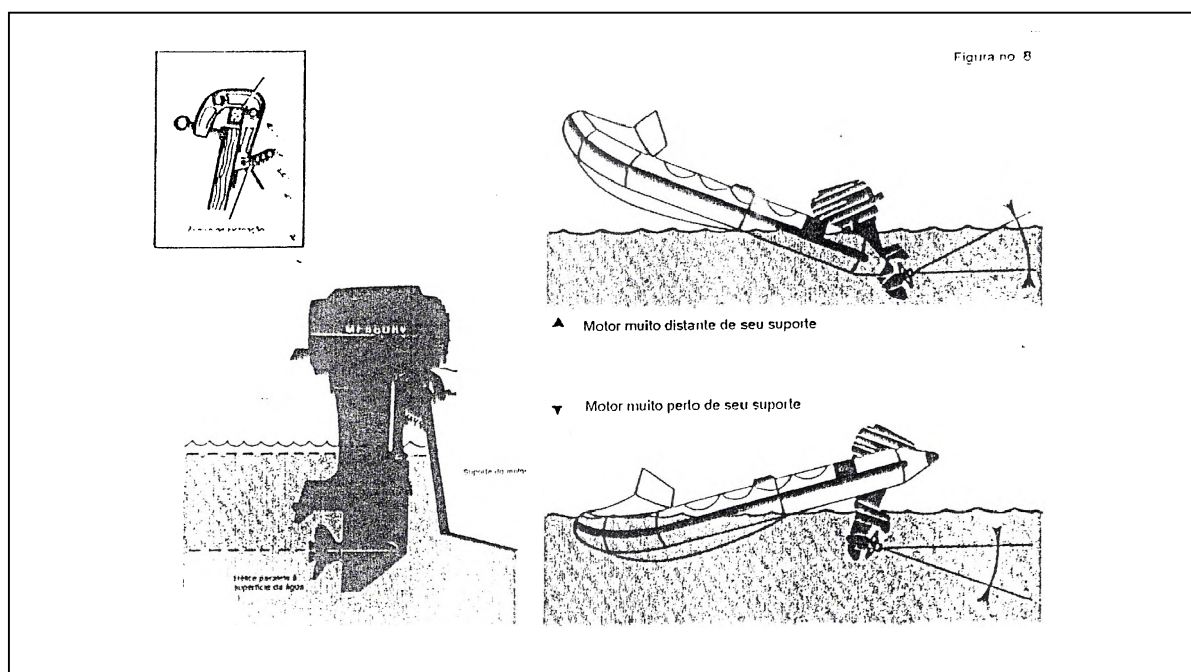



Figura 42. Posicionamento do motor de popa

d. Esvaziador/dreno de água

1) Dispositivo existente em certos modelos de bote que permite a saída de água do interior do bote.

2) Orifícios existentes na popa do bote, tampados com válvulas e presas com elásticos de pressão calculada.

3) Ao penetrar água no bote em demasia, o próprio peso da água abrirá as válvulas.

4) Soltar os elásticos, estando o mesmo parado, para permitir a saída de água. Suspender a proa do bote, facilitando a saída da água.

e. <u>Regras de segurança</u>

1) Se a embarcação virar, permaneça junto aguardando socorro.
2) Evitar ficar de pé, sentar-se na proa e nas bordas.
3) Ter sempre em local adequado uma embarcação de segurança, munida de motor de popa, bóias, salva-vidas e bons nadadores.
4) O embarque e o desembarque deverão ser feitos sem correrias.
5) O peso deverá ser distribuído dentro da embarcação.
6) Não fumar durante a navegação.
7) Evitar corpos flutuantes.
8) A imersão na água é proibida.
9) Inspecionar todo o material antes de iniciar a navegação.
10) Evitar quedas na água, pânico e precipitação.
11) Usar sempre salva-vidas.
12) Colocar todo o equipamento amarrado no fundo do bote.
13) Ministrar instrução específica a todos os envolvidos sobre os equipamentos utilizados, sobre a utilização correta do colete salva-vidas e sobre as regras de segurança.

Figura 43. Instruções de segurança a todos os envolvidos

f. Navegação

1) Realizar a abordagem sempre contra a correnteza e com velocidade reduzida.

2) Distribuir 2/3 da carga na direção da popa do bote.

3) Amarrar todo o material e equipamento no bote.

4) Utilizar uma amarra de segurança caso seja necessário desvirar o bote.

5) Equipar e navegar o bote com os seguintes equipamentos.

a) Amarra para o motor de popa (1/2”).

b) Amarra para o bote pneumático.

c) Remo (um para cada ocupante).

d) Salva-vidas (um para cada ocupante).

e) Fole com mangueira e adaptador.

f) Bolsa de reparos do bote.

g) Bóia de segurança com amarra de 8 metros.

h) Ferramentas do motor de popa.

Figura 44. Uso obrigatório de colete salva vidas a todos os embarcados

5. MANUTENÇÃO

> Importante: Antes de iniciar qualquer serviço de manutenção ler as orientações no manual técnico do fabricante do modelo do bote pneumático.

a. Manutenção de 1º Escalão

1) Inspeção do material

a) Inflar o bote para determinar a ocorrência de algum dano ou vazamento.

b) Procure por cortes, rasgos, furos, defeitos de fabricação e áreas causadas por atrito excessivo do bote contra superfícies ásperas.

c) Verifique a existência de lama, terra, areia, sujeira, folhas, pedras.

d) Inspecione todas as partes componentes tais como: mosquetões, alças, amarras, válvulas, tampas das válvulas, fole, mangueira do fole, bolsa de reparos, saco de transporte e manômetro.

e) Inspecione o estado do piso: amarrações, trincas, encaixes, pintura, canaletas e estrados.

f) Procure manchas de graxa ou óleo no tecido emborrachado.

g) Verifique o estado dos remendos e reforços nas junções dos flutuadores.

h) Verifique o estado do espelho de popa.

2) Manutenção para armazenagem

a) Generalidades

(1) Nunca inflar o bote com ar comprimido, pois além da condensação de umidade que isto poderá acarretar no interior das câmaras, a pressão de serviço é facilmente ultrapassada, podendo provocar sérios danos ao bote.

(2) Toda vez que o bote for utilizado em água salgada, deve ser lavado em seguida com água doce.

(3) Durante o transporte, evitar ângulos vivos. Utilizar o saco de transporte.

(4) Não utilizar solventes nos locais das colagens.

(5) Não colocar talco industrial no interior das válvulas.

(6) Evitar o contato com óleos minerais e derivados do petróleo.

(7) Encher o bote em local plano, sem pedras ou tocos.

(8) Para facilitar o controle, identificar os botes.

b) Manutenção preventiva

(1) Esvaziar o bote - o suficiente para retirar o piso.

(2) Retirar o piso.

(3) Inflar novamente, colocar as tampas das válvulas e lavá-lo, não deixando que a água penetre no interior dos compartimentos. Retirar areia, lama, terra, pedras e folhas.

(4) Lavar o piso com água doce.

(5) Retirar os grãos de areia que possam ser encontrados nas válvulas.

(6) Secar todo o material (piso e corpo do bote) à sombra.

(7) Passar talco neutro (industrial) ou emulsão de silicone nas partes de borracha, e em hipótese alguma, no interior das válvulas, que deverão ser mantidas sempre limpas. A película de talco deve ser fina e uniforme, podendo ser espalhada com uma esponja.

(8) Retirar as manchas de óleo/graxa com um pouco de sabão neutro, passar esponja embebida em solução de silicone e neoprene.

(9) O bote estará pronto para a armazenagem

3) Armazenagem

a) Passar emulsão de silicone ou álcool/glicerina (uma parte de glicerina + três partes de álcool) nas partes de borracha, e em hipótese alguma no interior das válvulas, que deverão ser mantidas sempre limpas. Após isto, passar talco neutro (industrial) nas partes de borracha, espalhado com uma esponja formando uma camada fina e uniforme. Somente utilize talco industrial ou silicone se o fabricante do bote recomendar.

b) Se possível, para pronto-emprego, deixar o bote semi-inflado na prateleira, em local escuro e temperatura moderada.

c) Os locais de armazenagem devem ser bem escolhidos, principalmente longe de roedores, chuva, umidade e poeira. Os locais deverão ser arejados e cobertos.

d) Em caso de indisponibilidade de espaço poderá ser o bote enrolado (desinflado) e guardado dentro do saco de transporte.

e) É aconselhável, duas ou três vezes durante os meses mais úmidos, desdobrar os botes por algumas horas.

f) Identificar os botes/sacos com a data de armazenagem.

b. Manutenção de 2º Escalão

1) Reparos em rasgos e furos

a) Caso o bote tenha perda constante de ar, e se suas válvulas já foram trocadas, localize os vazamentos, passando água com sabão por todo o bote. Localizado o furo ou rasgo, esvaziar completamente os flutuadores e colocar a parte a ser remendada bem esticada, em uma superfície estável.

b) Raspar sem exagero, para não eliminar o revestimento de borracha que cobre os tecidos de nylon, com uma lixa esmeril relativamente fina (80 a 120). Deve-se lixar uma extensão maior que o local de escape de ar (cinco centímetros, aproximadamente).

c) Lixar também o remendo a colar.

d) Retirar da superfície a poeira provocada pela lixa nas duas superfícies a colar.

e) Aplicar uniformemente, a primeira camada de cola com pincel nas duas superfícies a colar, sem falhas, nem excessos.

f) Deixar secar de 5 a 10 minutos.

g) Aplicar uma segunda camada de cola, de modo idêntico.

h) Deixar secar quase totalmente (verificar com o toque do dedo se o solvente já evaporou completamente, conservando ainda certa elasticidade).

i) Colar as partes, pressionando com um instrumento de extremidade arredondada, para eliminar a formação de rugas e bolhas de ar, tomando o cuidado de seguir movimentos no sentido do centro para as extremidades

j) Deixar secar por algumas horas, antes de inflar o bote.

2) Substituição de partes coladas

a) As partes a substituir devem ser descoladas com todo o cuidado, com um solvente para cola neoprene.

b) Não deixar o solvente permanecer sobre os tecidos, enxugá-los cuidadosamente, depois de retirar as partes defeituosas.

c) O lixamento e colagem dos remendos de substituição devem ser feitos exatamente como os reparos em rasgos e furos.

3) Emprego da cola

a) Na colagem de peça e remendo deve ser utilizada cola à base de neoprene.

b) Para melhorar a resistência desta cola e acelerar a sua aderência, é aconselhável empregar um acelerador numa proporção de 5% do peso da cola.

c) Com esta proporção, a mistura cola-acelerador é utilizável por aproximadamente quatro horas, após este período ela cristaliza e torna-se inutilizável.

d) O acelerador deve ser misturado com cuidado à cola, antes de ser utilizado. As embalagens devem ser fechadas cuidadosamente e guardadas em local de temperatura moderada.

4) Remendos

a) Devem ser muito bem medidos, ultrapassando cerca de três centímetros de cada lado do rasgo ou furo.

b) Podem ser circulares ou retangulares, mas os cantos sempre arredondados. Devem ter o tecido semelhante ao que foi usado na parte a ser consertada.

c) Quando muitos furos pequenos encontram-se próximos uns dos outros é melhor colocar um só remendo grande, do que vários pequenos.

5) Pintura do bote

a) Os botes devem ser pintados com tintas à base de hypalon/neoprene (elastômeros que são utilizados, sobre a superfície exterior dos botes).

b) Nunca utilizar tinta comum, que descascará e ressecará a borracha diminuindo a vida útil do bote.

6) Válvulas

a) Verificar as válvulas e limpar cuidadosamente os filetes da tampa e da própria válvula.

b) Examinar as ligações de borracha e, se necessário, substituí-las.

c) Se o corpo da válvula estiver defeituoso, substituí-lo. Para substituir, desmontar o corpo da válvula, retirar o seu suporte e recolocar a válvula de substituição.

7) Fole de enchimento

a) O problema geralmente ocorre na mola cilíndrica de aço, que pode ser substituída, abrindo-se o tecido que envolve o fole.

b) Rasgos no tecido ou tecido envelhecido podem ser substituídos.

c) A mola cilíndrica de aço deve possuir muito boa qualidade, pois é exercida uma grande pressão sobre a mesma.

8) Peças de madeira

a) Devem ser examinadas com cuidado. Lixar perfeitamente as partes com reentrâncias, ângulos muito agudos e asperezas.

b) Tornar a envernizar as peças de madeira. Nada impede que sejam pintadas.

c) Tornar a apertar todos os parafusos.

9) Reparos de emergência

a) Podem ser realizados em campanha aplicando-se uma fina camada de adesivo rápido (existente na bolsa de reparos de alguns botes) sobre a superfície do reparo a ser colado.

b) Para furos ocasionados por tiros ou peças de madeira com ângulo vivo, podem ser utilizados os tarugos de madeira ou plástico (existentes na bolsa de reparos de alguns botes).

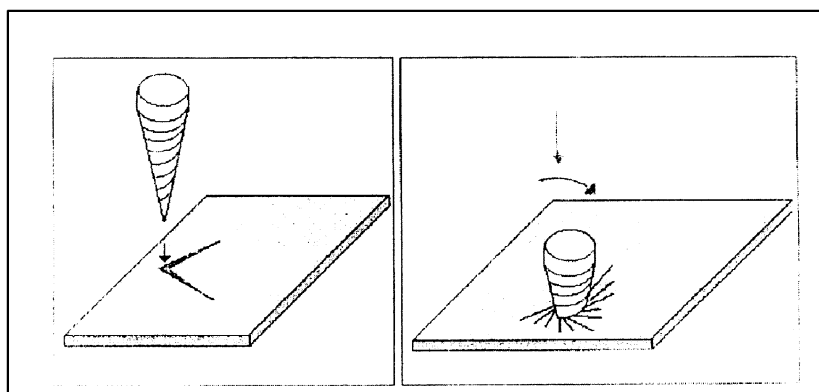



Figura 45. Utilização de tarugo para reparo de emergência em furo

10) Material para reparos

a) Retalhos de lona emborrachada utilizados na fabricação do bote.

b) Solvente químico: toluol ou semelhante.

c) Cola: Cimento RSX-2300 da NOMASA, Cola Zefir, Cola Nauta, Cola Angeviniere ou semelhante.

d) Acelerador: Endurecedor RSX-2300 da NOMASA, Desmoldur ou semelhante.

e) Lixa (80 à 120).

f) Pincel chato.

g) Rodilho de 4 mm.

h) Verniz para madeira.

i) Tinta a base de hypalon/neoprene.

j) Tesoura, régua e lápis.

Figura 46. Manutenção do estrado do bote de assalto Zefir S-60-ZM

6. TRANSPORTE

Normalmente o bote pneumático deve ser transportado em sua bolsa para transporte. Em caso de necessidade para emprego imediato, o bote poderá ser transportado inflado, devidamente afivelado, acondicionado e amarrado, satisfazendo as limitações da viatura, embarcação ou aeronave onde for transportado.

Figura 47. Transporte de bote pneumático inflado em aeronave

7. DADOS MÉDIOS DE PLANEJAMENTO

VELOCIDADE E CONSUMO DE BOTES PNEUMÁTICOS

CARACTERÍSTICAS	CONDIÇÕES	UNID	REC 3	404 M	M 6	S60ZM
Motor	40 HP / 63,0 Kg 25 HP / 45,0 Kg	-	não	sim	não	sim
Piloto	100 Kg	un	-	1	1	1
Tanques	23 l / 20 Kg	un	-	2	-	2
Homens	100 Kg	un	3	4		15
Kit de manutenção	-	-	não	sim	não	sim
Remos	2 Kg	un	3	5		16
Peso total	s/ motor	Kg	201	-		
	motor 25 HP		-	423		
	motor 40 HP		-	446		
Velocidade remo	descendo rio	Km/h	5,7	4,5		
	subindo rio		4,0	3,5		
	sem correnteza		5,0	4,0		
Velocidade motor 25 HP	descendo rio	Km/h	-	13,0		
	subindo rio		-	8,0		
	sem correnteza		-	10,4		
Consumo motor 25 HP	descendo rio	Km/ tanque	-	41,5		
	subindo rio		-	17,2		
	sem correnteza		-	35,7		
Velocidade motor 40 HP	descendo rio	Km/h	-	13,5		
	subindo rio		-	11,0		
	sem correnteza		-	12,0		
Consumo motor 40 HP	descendo rio	Km/ tanque	-	28,0		
	subindo rio		-	19,5		
	sem correnteza		-	24,0		

PESO MÉDIO DE MOTORES DE POPA (kg)

HP	ENVIRUDE	JOHNSON	MARINER	MERCURY	SUZUKI	YAMAHA
3.3	12,3	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	20,5	-
8	28,0	-	-	-	-	27,5
15	33,6	33,6	32,0	32,0	-	37,5
25	52,0	-	-	-	-	48,0
40	84,0/86,0	60,0/63,0	-	-	82,0	67,0
50	86,0	-	-	-	-	-
60	-	-	94,0	-	-	105,5
70	108,0	-	-	-	-	-
90	137,0	-	-	-	-	120,5
115	144,0	139,0	-	-	-	168,0
125	-	-	158,0-	158,0	-	-
140	166,0	-	-	-	168,0	-
150	168,0	-	184,0	-	-	191,0
200	214,0/216,0	-	186,0	-	-	193,0

8. REPRESENTANTES E FABRICANTES DE BOTES PNEUMÁTICOS

a. Angevinier – Flexprin Indústria, Comércio e Serviços Ltda.
Rua Conde de Agrolongo, 700 – Penha
Rio de Janeiro – RJ
Fones: (21) 2290-4541 e 2560-7608
www.angeviniere.com.br

b. Zefir
Avenida Yervant Kissajikian, 2859
Americanópolis – SP
Fones: (11) 5621-0008
www.zefir.com.br

c. Zodiac – MD Bally – Mardiesel Comércio e Representações Ltda.
Avenida Pasteur, 333 – Iate Clube do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ
Fones: (21) 2543-1131 e 2295-0295
www.md-bally.com.br
www.zodiacmilpro.com

d. Sillinger – Totalmat – Indústria e Comércio
Rua Augusto Ferreira de Moraes, 282 – Socorro
São Paulo – SP
Fones: (11) 5524-3918 e 5524-4072
www.totalmat.com.br
www.sillinger.com

e. Nautiflex
Rua Morada dos Magalhães, 70 – Bairro Progresso
Brochier – RS
Fones: (51) 3697-1554 e 3697-1544
www.nautiflex.com.br

f. Flexboat
Avenida industrial Walter Kloth, 621 – Jardim Cerejeiras
Atibaia – SP
Fones: (11) 4411-0526 e 4412-8705
www.flexboat.com.br

g. Sea Boat
Rua Grazielle, 11
Barão – RS
Fones: (51) 696-1039 e 696-2166

h. Bombard
Matthieu Coulon / Responsable Communication
2, rue Maurice Mallet
92 130 Issy Les Moulineaux
France
Fone : +33 1 41 23 22 93
www.bombard.com

i. Avon Inflatables Ltd
Dafen, Llanelli, Carmarthenshire,
SA14 8NA - UK
Fones: 01554-882000 e Fax 01554-882039
www.avoninflatables.co.uk

j. Avon Inflatables Ltd. - Military And Professional Division
Dafen, Llanelli
Carmarthenshire
SA14 8NA – UK
Fones: (+44) 01554-882000 (+44) 01554-882039
www.avon-workboats.com

9. BIBLIOGRAFIA

BENTO, Cláudio Moreira**. Travessia Militar de Brechas e Cursos de Água.** Revista A Defesa Nacional, nº 723, Nov/Dez 1985.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Botes Pneumáticos**. Pontes. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, p. 7-25, 19?

BRASIL. Exército Brasileiro. **Botes Pneumáticos – Operação e Manutenção.** Boletim Técnico da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: EGGCF, n. 16, p. 66-72, 1989

BRASIL. Exército Brasileiro. **Emprego da Engenharia C5-1.** A Engenharia na Transposição de cursos de água. Manual de Campanha. Brasília: EGGCF, 1986.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Equipamento Leve de Transposição, T5-275**. Brasília: EGGCF, 1960.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Instruções para Manutenção dos Botes tipo Bombard-Commando.** Boletim Técnico da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: EGGCF, n. 3, p. 58-62, 1981.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Instruções para Montagem dos Botes tipo Zefir 404-M.** Boletim Técnico da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: EGGCF, n. 3, p. 111-118, 1981.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Instruções Relativas ao Bote tipo Zefir S-60-ZM.** Boletim Técnico da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: EGGCF, n. 3, p. 111-118, 1981.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Lição Peculiar, Engenharia, Pontes**. Curso de Preparação da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. Rio de Janeiro, 1993.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Remendos em Botes.** Boletim Técnico da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: EGGCF, n. 7, p. 49, 1982.

BRASIL. Exército Brasileiro**. Vade-Mecum de Engenharia, C 5-34.** Brasília: EGGCF, 1983.

NAUTA. **Manual de Instruções do Bote Inflável de Reconhecimento Tipo Nauta.** Colombo, PR: 1986.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Botes Pneumáticos**. Pontes Leves e Pesadas. 1998.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Botes Pneumáticos.**. Transposição de Cursos de Água. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, 1995.

SEA BOAT. **Manual de Operação do Bote de Assalto Inflável Modelo SB-600 Classe Piranha.** Porto Alegre: ?

SILLINGER. **Manual de Operação e Manutenção da Embarcação Pneumática de Reconhecimento Sillinger.** ?

US ARMY. **Boats and Motors.** Military Floating Bridge Equipment, TM 5-210. Technical Manual. Washington, DC: 1970.

US ARMY. **Boats and Motors.** Military Float Bridge Equipment, TC 5-210. Technical Circular. Washington, DC: 1988.

US ARMY. **Manual for Operation and Maintenance of Boat Reconnaissance Pneumatic 3 Man.** Hunter Outdoor Products, Inc. New York, N.Y.

ZEFIR. **Manual Técnico do Modelo Classic 404 Militar.** São Paulo: ?

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

PASSADEIRA FLUTUANTE DE ALUMÍNIO

1. INTRODUÇÃO

As passadeiras flutuantes constituem um excelente meio de transposição de curso de água para tropa a pé. Durante a I e a II Grande Guerra Mundial foram utilizadas constituindo uma equipagem militar de travessia.

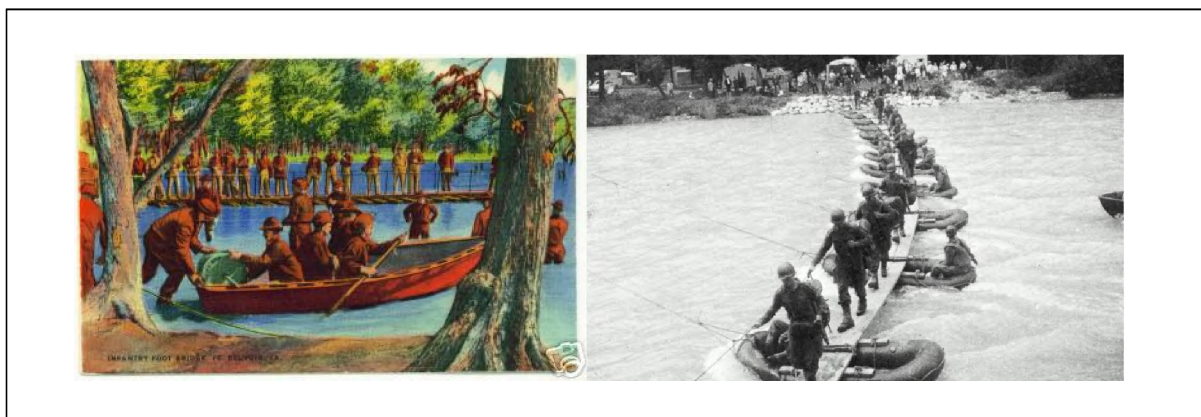



Figura 1. Emprego de modelos distintos de passadeira flutuante nas I e II Guerras Mundiais

A Passadeira Flutuante de Alumínio é o meio-padrão de travessia de curso de água para tropa a pé. O seu material não é afetado pelo fogo das armas portáteis e apresenta-se como alvo pouco compensador para a aviação inimiga.

A equipagem da Passadeira Flutuante de Alumínio teve origem nos Estados Unidos da América e chegou ao Brasil na década de 60. Anteriormente a sua incorporação ao acervo da engenharia de combate utilizava-se, como meio de transposição de tropa a pé, a Passadeira Flutuante Modelo 1938.

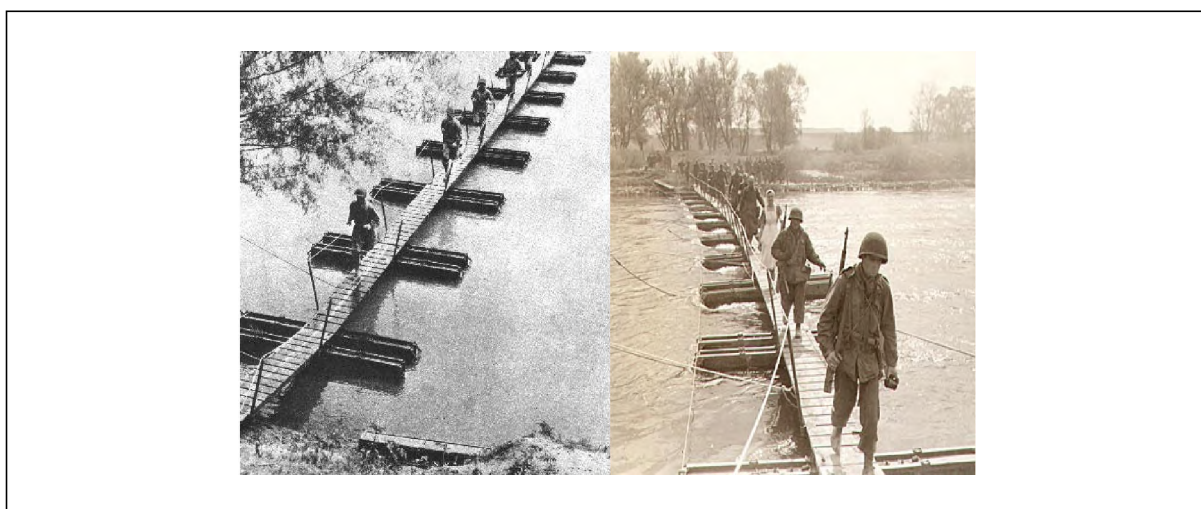



Figura 2. Passadeira Flutuante Modelo 1938

Durante uma operação de transposição de curso de água, a passadeira é o meio de travessia normalmente utilizado pela unidade reserva das brigadas de 1º escalão. A dosagem normal é de uma passadeira por brigada de assalto.

Normalmente sua construção é iniciada tão logo sejam eliminados os tiros diretos sobre os locais de travessia.

Entretanto, para os rios de pouca largura (até 40 metros), desde que o fogo inimigo seja neutralizado da primeira margem, a passadeira pode ser utilizada para a travessia de assalto. Neste caso, o número desejável de passadeira é de uma por pelotão de 1º escalão ou, no mínimo, uma por Cia de 1º escalão.

Para os trabalhos de construção da passadeira, normalmente, é empregado o efetivo de um pelotão de engenharia e para os trabalhos de manutenção um grupo de engenharia.

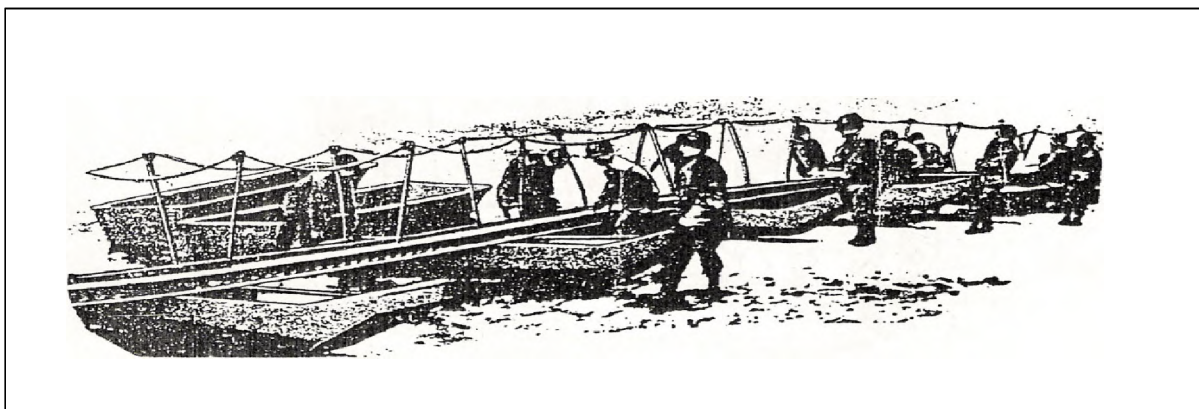



Figura 3. Passadeira flutuante de alumínio

A responsabilidade pelo transporte, manutenção e armazenamento de uma equipagem nos BE Cmb é da Turma de Passadeira, do Grupo de Equipagem Leve pertencente ao Pelotão de Equipagem de Assalto da Companhia de Engenharia de Pontes. Nas Cia E Cmb (Bda) a responsabilidade é do Grupo de Equipagem Leve pertencente ao Pelotão de Pontes.

A dotação nas unidades de engenharia de combate é de uma equipagem (144 m).

Figura 4. Empregos de modelos de passadeira para fins distintos (civis e militares)

2. COMPOSIÇÃO DE UMA EQUIPAGEM

Item	Quantidade
a. Painel de tabuleiro	**42**
b. Flutuador	**42**
c. Balaústre	**168**
d. Corrente de ancoragem	**04**
e. Estaca metálica com alça	**36**
f. Croque	**02**
g. Fita refletora	**01**
h. Estaca de aproximação	**16**
i. Cabo de aço de 3/8” (183 m)	**02**
j. Clipe de 3/8”	**20**
k. Mosquetão	**84**
l. Cabo de sisal de 1/2” (183 m)	**01**
m. Cabo de sisal de 1/2” (300 m)	**02**
n. Retentor de painel	**16**
o. Engate macho p/ conexão c/ tabuleiro	**02**
p. Engate fêmea p/ conexão c/ tabuleiro	**02**

Obs: Cada equipagem possibilita a construção de 144 m de passadeira.

Figura 5. Equipagem de passadeira flutuante de alumínio em condições de utilização

3. DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES

a. Painel de tabuleiro

1) Possui largura útil de 0,527 m, altura de 0,133 m e comprimento útil de 3,428 m. Seu peso é 38,102 Kg. As medidas totais de largura e comprimento são, respectivamente 0,710 m e 3,555 m. Sua altura é 0, 144 m.

2) Formado por duas vigas que suportam um tabuleiro de alumínio corrugado, em uma das extremidades existem dois engates macho e na outra dois engates fêmea, que permitem a conexão entre os painéis de tabuleiro, proporcionando um mecanismo de viga continua, o que possibilita a distribuição da carga ao longo dos vários flutuadores. Cada painel de tabuleiro contém dois conectores com mola localizados nas extremidades dos engates fêmea.

3) A extremidade das vigas de perfil "I" são providas de saliências, para posicionar a amurada do flutuador,prevenindo a movimentação lateral dos mesmos.

4) O transporte é realizado por dois militares, um em cada extremidade do painel.

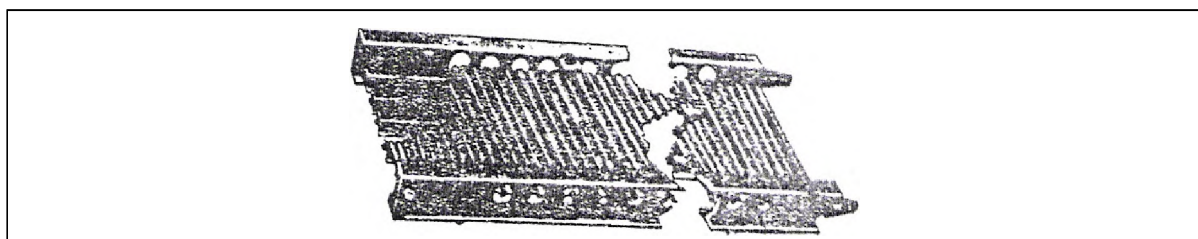



Figura 6. Painel de tabuleiro

b. Flutuador

1) De alumínio, em formato de pontão, mede 4,662 m de comprimento, 0,609 m de largura e 0,367 m de altura, pesando cerca de 45,36 Kg.

2) Tem a proa de formato inclinado e o topo 0,609 m acima do plano de fundo. É fabricado de chapa de alumínio reforçada com acessórios do mesmo material. Possui fundo falso com 0,171 m acima do verdadeiro fundo, para a formação de um compartimento, o qual é enchido com poliuretano, tornando o flutuador relativamente insubmersível. O fundo falso proporciona ao flutuador resistência para que não vá a pique mesmo quando submetido o fogo de armas portáteis, estilhaços de granada ou outros tipos de fragmentos.

3) Suporta carga máxima de aproximadamente 294,84 Kg, o suficiente para suportar o peso das pessoas somado ao flutuador, painel de tabuleiro e acessórios.

4) Cada borda é provida de dois retentores fixos, para a fixação da parte inferior do perfil "I". Cada flutuador contém dois retentores fixos, um retentor móvel à esquerda e um retentor móvel à direita do flutuador, destinadas a fixar a viga do painel de tabuleiro. Os retentores a vante são fixos e os a ré são do tipo deslizante, com efeito de mola e conector guiado, para possibilitar que seja rodado até a posição desejada e armado, após o tabuleiro estar em posição no retentor fixo.

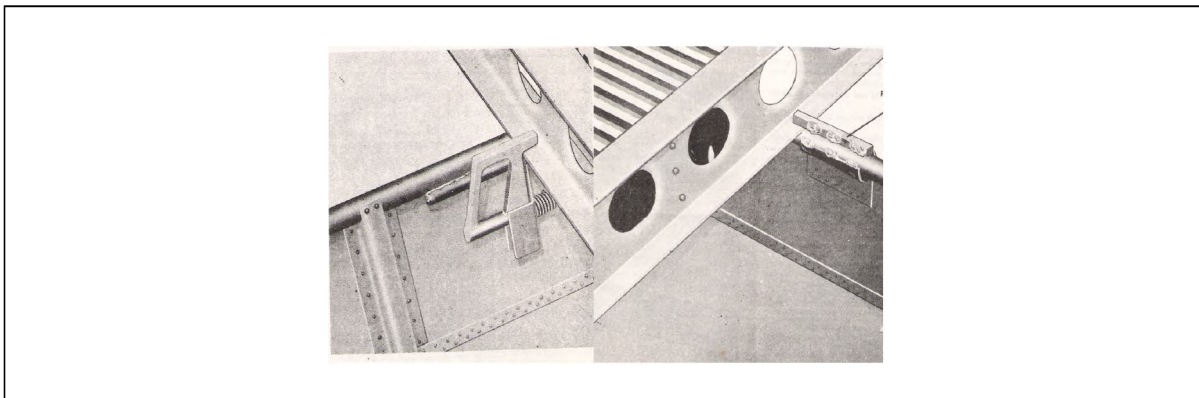



Figura 7. Retentor móvel (à esquerda) e retentor fixo (à direita)

5) Possui dois orifícios (0,254 m x 0,508 m), um na proa e um na popa, localizados acima do fundo falso. Tais orifícios destinam-se a permitir uma drenagem, facilitando o escoamento da água coletada da chuva ou que momentaneamente venha adentrar no mesmo.

6) O furo da proa tem uma placa defletora (proteção) para defletir os respingos ou águas das ondas que, de alguma forma, venham entrar através do furo. A proteção cobre o exterior do furo e conduz a água drenada para o fundo do flutuador. Quando da oscilação do flutuador na correnteza, a proteção da proa impede a penetração da água no seu bordo mesmo que o fundo falso atinja naquele instante um nível da linha da água.

7) A proa e popa têm aberturas na linha da borda para o posicionamento das mãos. A abertura na proa é também utilizada para a amarração do cabo do tirante. Em rios com alta correnteza, o cabo do tirante deverá ser amarrado através da abertura da proa.

8) O transporte é realizado por dois militares, um em cada extremidade.

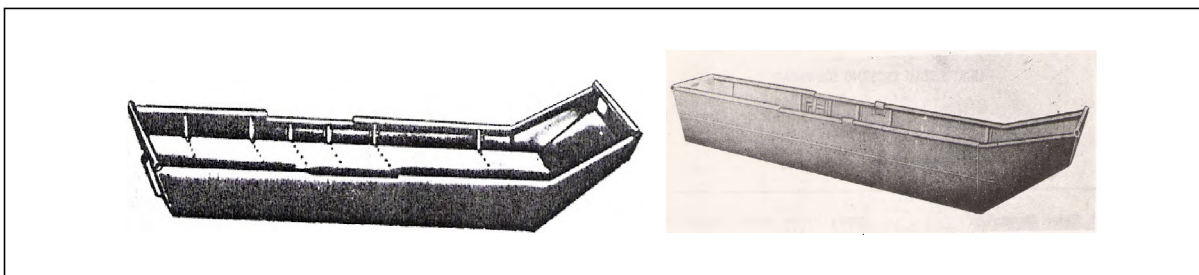



Figura 8. Flutuador

c. Balaústre

O balaústre é um tubo de alumínio afilado na extremidade inferior, com garra fundida na parte superior para a passagem do cabo de corrimão. O diâmetro externo mede 0,032 m, o comprimento 1,102 m e seu peso é de 1,02 Kg. A extremidade inferior afilada é encaixada e fixada no painel do tabuleiro, permitindo uma rotação de 180° para o posicionamento adequado do balaústre.

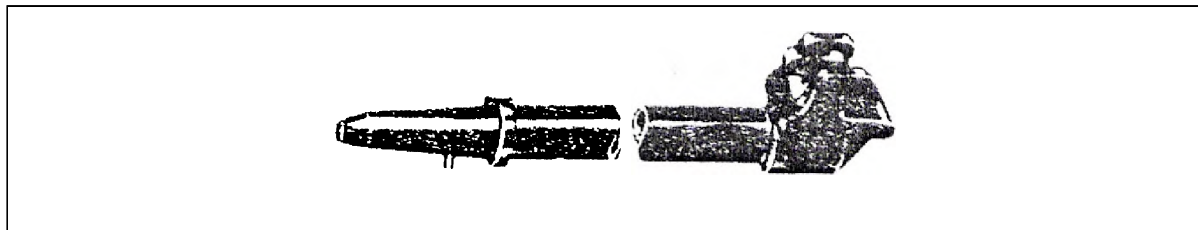



Figura 9. Balaústre

d. Corrente de ancoragem

A corrente de ancoragem para fixação do cabo-guia, é formada por doze elos de aço de 0,019 m x 0,19 m, medindo 1,828 m de comprimento.

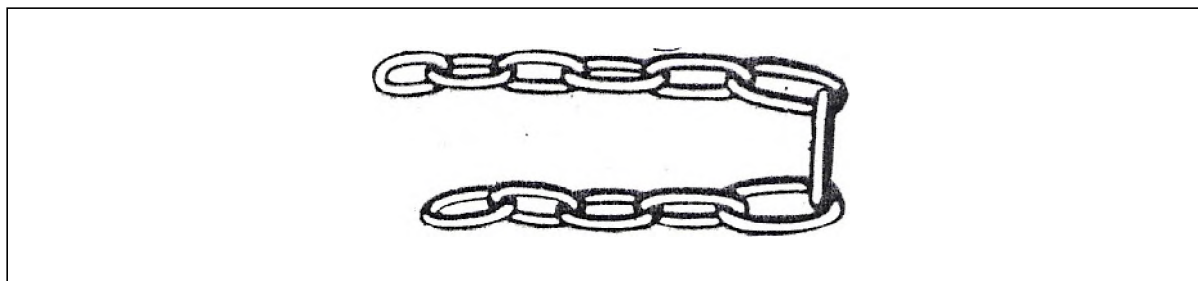



Figura 10. Corrente de ancoragem

e. Estaca metálica com alça

A estaca metálica com alça é utilizada para a fixação da corrente de ancoragem, rampa e cabos de corrimão, medindo 0,032 m de diâmetro e 1,07 m de comprimento.

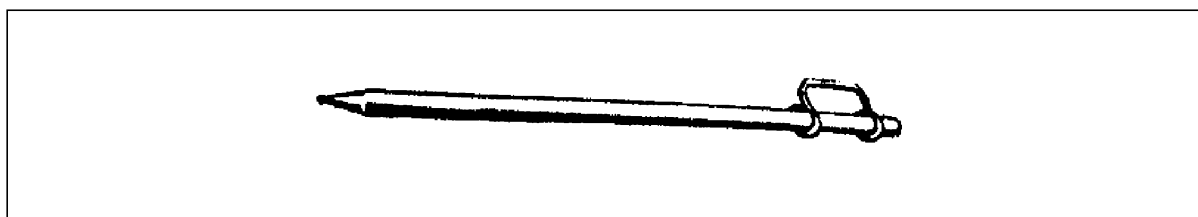



Figura 11. Estaca metálica com alça

f. Croque

O croque é composto de cabo de madeira, ponta e gancho de aço.

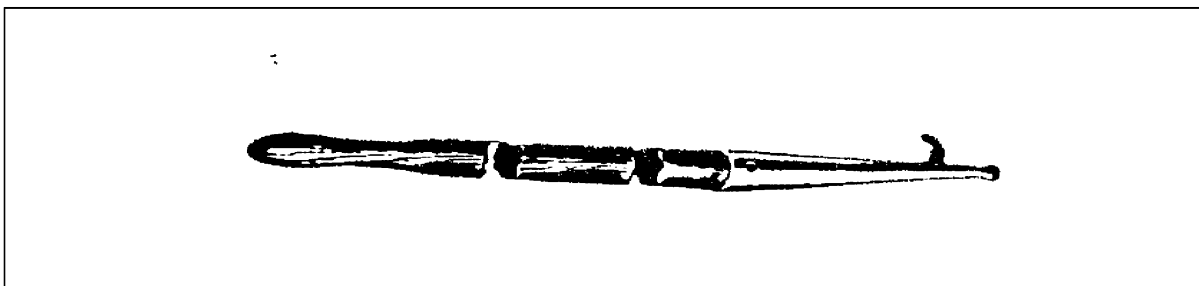



Figura 12. Croque

g. Fita refletora

A fita refletora é composta de matéria plástica, de cor amarela, resistente a intempéries. O rolo mede 45,72 m.

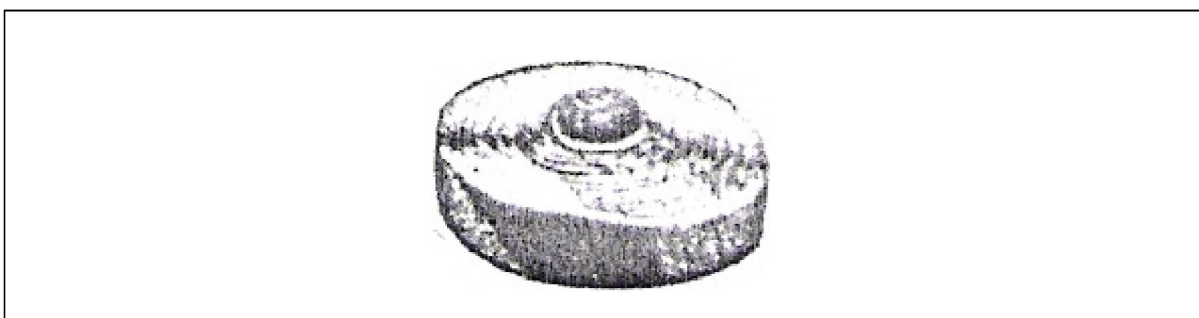



Figura 13. Fita refletora

h. Estaca de aproximação

A estaca de aproximação possui na parte superior 3 fitas refletoras de 50 candelas, na cor amarela, mede 0,38 m de diâmetro e 0,66 m de comprimento.

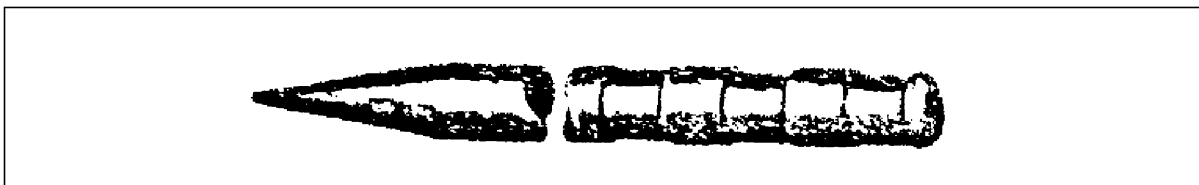



Figura 14. Estaca de aproximação ou marco luminoso

i. Cabo de aço

O cabo de aço é galvanizado, medindo 0,095 m de diâmetro (3/8") e 183 m de comprimento. É utilizado como cabo-guia na ancoragem da passadeira.

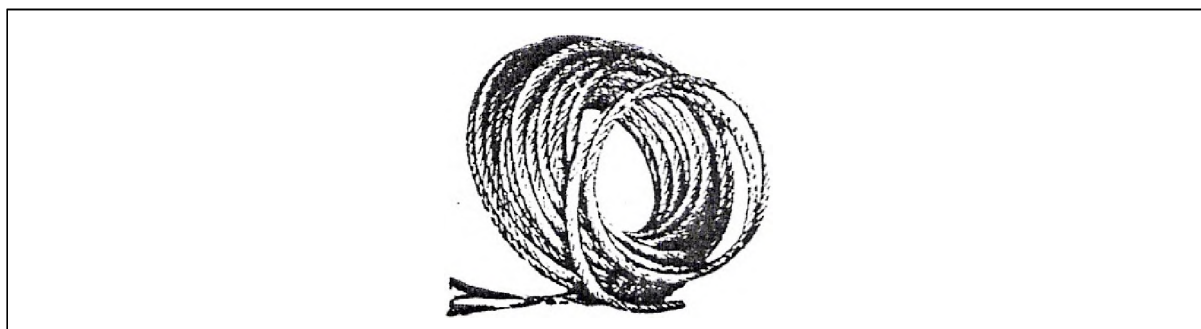



Figura 15. Cabo de aço

j. Clipe

O clipe é um acessório utilizado nas emendas e ligações de extremidades de cabos de aço de diâmetro de 0,095 m (3/8").

Figura 16. Clipe

k. Mosquetão

Confeccionado em aço galvanizado ou liga de bronze. É preso ao tirante através de seu olhal, que se engata ao cabo-guia.

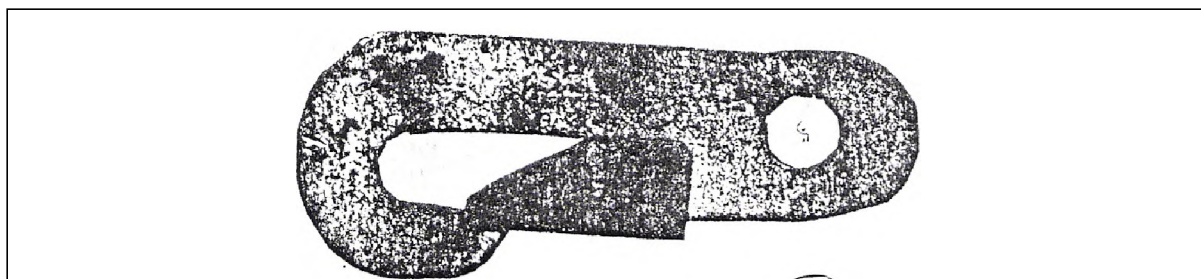



Figura 17. Mosquetão

l. Cabo de sisal de 1/2”

Cabo de manilha ou sisal, medindo 0,0217 m de diâmetro e 183 m de comprimento. Auxilia o lançamento do cabo-guia e forma a linha do balaústre.

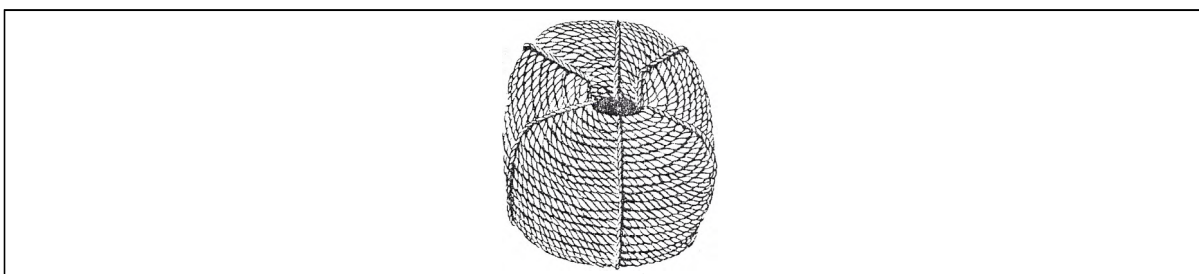



Figura 18. Cabo de sisal

m. Tirante

De manilha ou sisal, medindo 0,217 m de diâmetro e 10 m de comprimento. Faz a ligação cabo-guia da passadeira e proporciona o comprimento adequado, quando não é unido, para a formação de amarras.

n. Retentor de painel

O retentor de painel é uma amarração de aço em “L”, dispondo de base móvel e suporte para eixo, destinado a fixar os tabuleiros das extremidades da passadeira. Cada retentor contém:

1) 01 (um) parafuso de 0,044 m x 0,013 m preso a base de 0,05 m x 0,38 m com porca;

2) 01 (um) pino de aço com cabeça, medindo 0,024 m de diâmetro e 0,05 m de comprimento;

3) 01 (um) contrapino de aço de 0,003 m x 0,095 m.

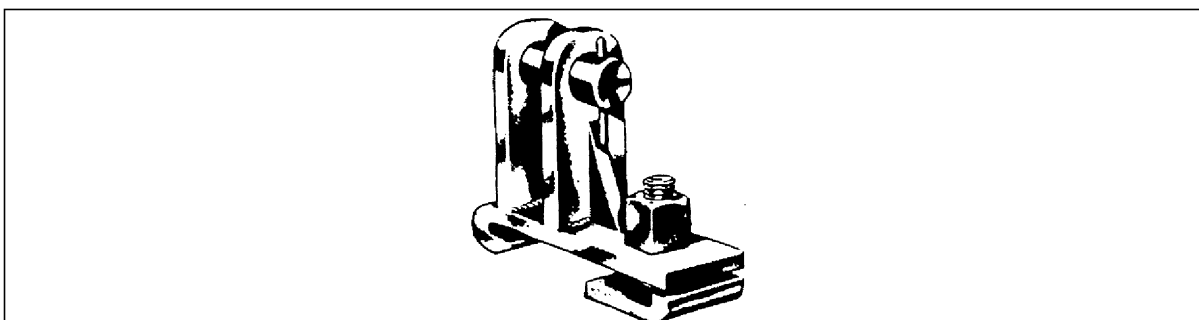



Figura 19. Retentor de painel

4. OPERAÇÃO

a. Capacidade de utilização

Para correntes fluviais de até 2,44 m/s de velocidade, o número de pessoas que poderão atravessar a passadeira em uma única coluna, mantendo um espaçamento de dois passos entre os homens , que corresponde aproximadamente a um intervalo de 1,83 m, é indicado a seguir:

1) Luz do dia: 75 homens por minuto, coluna por um, em passo acelerado.

2) Luz da lua: 40 homens por minuto, coluna por um, em passo normal.

3) Falta de luz: 25 homens por minuto, coluna por um, em passo normal.

Figura 20. Utilização da passadeira flutuante de alumínio

Observações: A capacidade de tráfego descrita deverá ser reduzida de 20%, caso a correnteza atinja velocidades entre 2,44 m/s e 3,35 m/s.
Não deve haver concentração de pessoal num lance de passadeira, pois o mesmo poderá girar e/ou afundar.

b. Tempo de montagem

Baseado no treinamento e experiência de montagem das tropas, o tempo de montagem da equipagem é indicado a seguir:

1) Luz do dia: 15 minutos somados a 1 minuto, por cada 5,0 m de passadeira.
2) Luz da lua: 20 minutos somados a 1,25 minutos por cada 5,0 m de passadeira.
3) Falta de luz: 30 minutos somados a 2 minutos, por cada 5,0 m de passadeira.

Observação: O tempo deverá ser majorado quando a montagem for feita diretamente da viatura, quando houver interferência do inimigo ou qualquer outro fator de retardo. Dependendo da situação da correnteza do curso de água, os tempos incluem a instalação do cabo-guia e peças de ancoragem.

Figura 21. Montagem da passadeira durante à noite

c. Transporte do material

1) Transporte em veículo combinado

Para o transporte de todos os componentes para a montagem e ancoragem de 144 m de passadeira, serão utilizados dois veículos combinados. Cada veículo combinado é composto de uma viatura com capacidade de 2 ½ t e um reboque com capacidade de 1 ½ t. Cada reboque transportará 21 tabuleiros e cada viatura 21 flutuadores e os demais componentes. Os 21 flutuadores serão empilhados em três colunas de sete unidades, devendo os mesmos serem posicionados com as proas voltadas para trás da viatura e amarrados com cabos. Os componentes menores serão acomodados no flutuador superior de cada coluna.

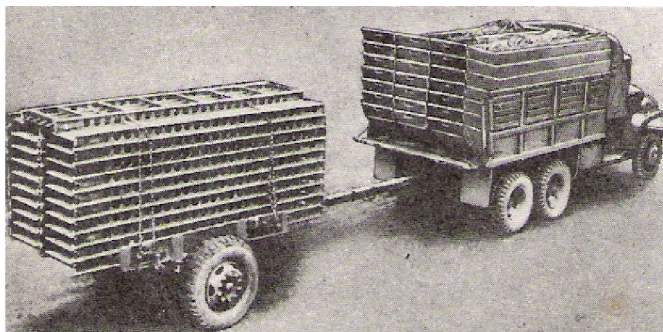



Figura 22. Transporte em veículo combinado

2) Transporte em viatura sem reboque

Para o transporte de todos os componentes para a montagem e ancoragem de 144 m de passadeira, poderão ser utilizadas três viaturas com capacidade de 2 ½ t cada. Cada viatura transportará um terço dos componentes da equipagem, quatorze flutuadores acomodados em duas colunas de setes flutuadores nas laterais da viatura e quatorze tabuleiros empilhados no meio dos flutuadores. Os componentes menores serão transportados nos flutuadores superiores de cada coluna.

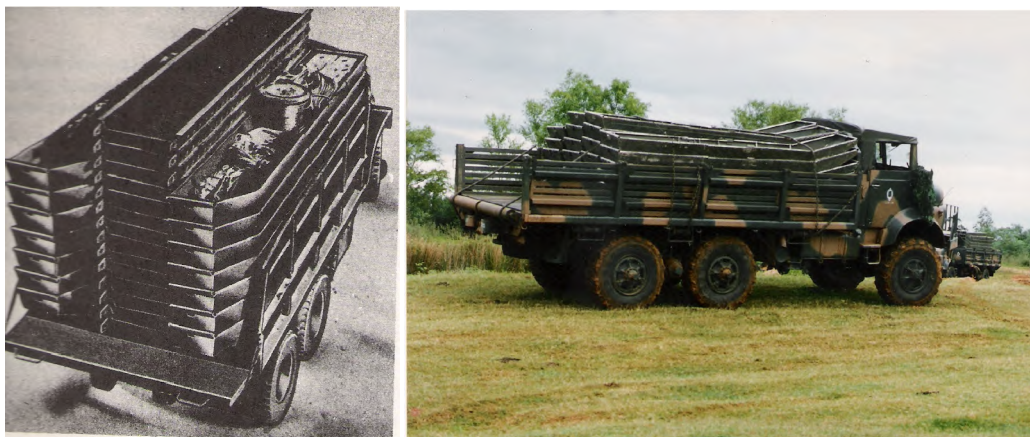



Figura 23. Transporte em viatura sem reboque

3) Transporte aéreo

A passadeira também poderá ser transportada em avião do tipo C-130. Os componentes menores deverão ser empacotados e os flutuadores, tabuleiros, balaústres e acessórios serão acomodados em plataformas que, satisfatoriamente, permitem o

lançamento dos mesmos por meio de pára-quedas. A base das plataformas deverá ser forrada com compensado, para evitar danos. Serão necessárias quatro plataformas, sendo duas para acondicionar vinte e um flutuadores cada e duas para acondicionar vinte e um tabuleiros, oitenta e quatro balaústres e metade dos acessórios cada. Deverão ser usados toldos suspensos com madeira de 2" e 6" para as plataformas destinadas aos flutuadores. Para o transporte dos tabuleiros, balaústres e acessórios, deverão ser utilizados painéis de madeira entre os mesmos, para evitar danos no material

d. Turmas de Trabalho

1) Organização e Deveres das Turmas de Trabalho

A construção é supervisionada por um oficial que forma as turmas de trabalho, planeja o sistema de ancoragem, baliza o eixo da passadeira, transmite instruções, comanda "CONSTRUIR A PASSADEIRA" e supervisiona o trabalho das turmas.

Figura 24. Turma de corrimão

Figura 25. Turma de montagem na água

TURMAS	SGT	CB/SD	DEVERES
Cabo de ancoragem de 1ª margem	**-**	**6**	Transportar os materiais de ancoragem para o local indicado pelo Sgt; instalar o ponto de ancoragem; improvisar um ponto de elevação; receber o chicote do cabo da Tu de 2ª margem. Fixar o cabo ao ponto de ancoragem e tesar ao sinal do Sgt. Auxiliar a Tu de transporte nos lances já montados.
Cabo de ancoragem de 2ª margem	**1**	**6**	Carregar o cabo e as peças de ancoragem em botes de assalto. Entregar o chicote de cabo à Tu de1a.margem e atravessar o rio solecando o cabo. Instalar o ponto de ancoragem e prender o cabo a ele. Sinalizar para a Tu de 1ª margem e tesar o cabo. Avisar a Tu de montagem quando a extremidade da passadeira estiver distante da 2ª margem num comprimento igual a dois lances.Quando o 1º lance atingir a 2ª margem, conectar o painel terminal e ancorar a passadeira.
Tirantes	**-**	**2**	Prender os tirantes por um pontão ao cabo-guia, em correntes acima de 1m/s. Em corrente menor alternar os pontões. Ajustar os tirantes para manter o alinhamento. Fixam o tirante através de nó de barqueiro.
Amarras	**-**	**5**	Dois homens à montante e dois homens à jusante prendem as amarras do 1° lance fixando na margem as extremidades das amarras. O 5º homem fica sobre a passadeira, mudando a extremidade das amarras e assim que se tornar necessário auxilia a turma do corrimão.
Montagem na margem	**1**	**6**	Dois homens carregam e posicionam os flutuadores na 1ª margem, dois homens carregam e colocam o painel de tabuleiro construindo o 1º lance em ”H” e os restantes em “I” com a parte superior do “T” voltada para a 2ª margem. Os outros dois homens instalam quatro balaústres em cada lance.
Transporte	**-**	**4**	Um homem em cada extremidade do flutuador e outro na extremidade do painel de tabuleiro carregam e lançam os lances para a água e entregam à turma de montagem no rio.
Montagem no rio	**1**	**4**	Dois homens, um em cada lado do último lance, seguram a parte completa da passadeira e auxiliam a conexão trazida pelos dois outros homens. O graduado supervisiona a construção. Todos quatro empurram a passadeira ao largo numa extensão igual ao lance acrescentado.
Corrimão	**-**	**3**	Dois homens fixam os cabos a cada balaústre inicial, deixando cerca de 6 m de chicote de cada rolo. O 3º homem auxiliado pelo das amarras, coloca os cabos nos balaústres.

Figura 26. Turma de tirantes

Figura 27. Turma de transporte

Figura 28. Trabalho coordenado das turmas de trabalho

e. Lançamento e recolhimento da equipagem

1) Condições de uso

a) Correnteza até 2,43 m/s com segurança e 3,35 m/s com restrição.
b) Calado até 1,22 m a 3,68 m da margem (para montagem).
c) Calado mínimo de 0,50 m.
d) Vão até 144,0 m.

2) Acessos

Sempre que possível será utilizado a montagem por lances sucessivos.

Para que o processo seja satisfatório, deverão ser observados os seguintes requisitos:

a) O local para montagem deverá ter condições mínimas de limpeza e um bom acesso por estrada, para facilitar o descarregamento da equipagem;

b) A área de montagem deve ser relativamente plana, com aproximadamente 15 m x 9 m e estar ligada ao curso de água por uma via de acesso;

Em condições menos favoráveis, outros métodos de lançamento podem ser usados. Deverá ser previsto um tempo adicional quando não for possível a montagem por lances sucessivos.

3) Métodos para lançamento

a) Montagem por lances sucessivos

(1) A turma de ancoragem da 1ª margem instala um ponto de ancoragem, prende nele a extremidade do cabo-guia através de uma amarração e fica em condições de tesar o cabo de sisal da turma de ancoragem da 2ª margem.

(2) A turma de ancoragem da 2ª margem, navega com o cabo para a 2ª margem. Constrói o ponto de amarração e fixa nele o cabo-guia. Sinaliza, para a turma de ancoragem da 1ª margem, tesar o cabo.

(3) Inicia-se então a montagem. Dois homens da turma de montagem na margem trazem dois flutuadores e os posicionam em terra com a proa voltada para montante. Dois outros homens trazem o painel e encaixam-no sobre os dois flutuadores. Formam o lance em “H”. Os retentores são então presos. O 5° homem coloca quatro balaústres em seus encaixes no tabuleiro.

(4) Os três homens da turma do corrimão trazem dois rolos de cabo de sisal e fixam os chicotes aos dois primeiros balaústres, deixando ainda 6 m de cabo para que o corrimão possa ser tesado ao se atingir a 2ª margem. Quando a passadeira é feita ao largo um dos homens da turma de corrimão permanece na passadeira e passa os cabos nas

garras dos balaústres. Os dois outros homens da turma seguram as bobinas do cabo na margem e as vão solecando à medida que a passadeira vai fazendo ao largo.

(5) Os quatro homens da turma de amarras fixam uma amarra de cada lado, no meio do painel. Esses guiam a seção de passadeira através do rio, por ocasião do lançamento. O 5° homem permanece na passadeira para mudar as amarras de posição quando for necessário. Se a correnteza for forte, são colocadas amarras adicionais para a segurança da passadeira.

(6) Estando o 1° lance pronto para ser lançado num lance tipo "H", quatro homens da turma de transporte carregam e entregam à turma de montagem no rio. A turma de montagem no rio, firma o lance até a chegada do próximo lance.

Figura 29. Lance em "H"

(7) A turma de montagem na margem prepara os lances em "T" com a perna voltada para a 1ª margem. Lances em "T" são montados com os engates macho e fêmea voltados para a mesma direção, como foi no lance em "H". Antes do lance em "T" ser montado, um homem da turma de tirantes, prende um tirante ao flutuador e os mosquetões ao cabo-guia. O tirante é colocado através do orifício da proa e amarrado ao painel de tabuleiro, temporariamente através de três nós meio-cote. Dependendo da velocidade da corrente os tirantes são colocados em cada flutuador ou em flutuadores alternados. Os tirantes são ajustados à medida que a passadeira avança para manter o seu alinhamento, pelos homens não empregados na fixação do cabo-guia.

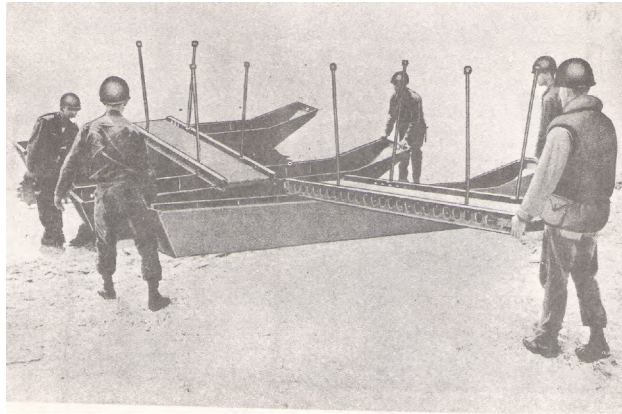



Figura 30. Transporte do lance em “T”

(8) Os lances são carregados enquanto a turma de montagem no rio está conectando o lance anterior. A montagem é uma repetição destas operações até a passadeira atingir a 2ª margem.

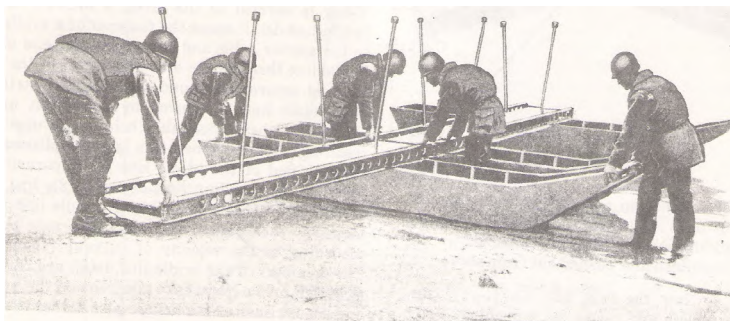



Figura 31. Conexão do lance em “T” com o lance em “H”

(9) A turma de ancoragem de 2ª margem sinaliza quando a passadeira atingir a mesma. Então esta turma remove o último flutuador do lance em “H” e coloca a extremidade do tabuleiro na margem, à guisa de rampa, crava estacas metálicas nos lados do tabuleiro, amarando-o nas estacas para evitar o movimento da passadeira por ocasião da passagem da tropa. A rampa de 1ª margem é igualmente segura. Se o terreno não for firme, outro painel pode ser adicionado para aumentar a rampa. Este painel extra é levado, no lance em “H” da passadeira, para a 2ª margem.

(10) Amarras são ligadas às duas margens e aos dois lados da passadeira (pontos de amarração). Um ajustamento final é feito nos tirantes que são presos

através de um nó de barqueiro nos painéis. Como precaução, os tirantes não devem ser ajustados enquanto tropas estiverem atravessando a passadeira. O corrimão é fixado a estacas metálicas cravadas nas margens, após as rampas. A passadeira está então pronta para o tráfego.

b) Montagem por seções

(1) É um método prático de montagem que deve ser usado quando a profundidade da água exceder o limite ideal para a turma de montagem no rio, tornando o método por lances sucessivos inviável. Todavia, este método requer aproximadamente duas vezes o tempo de montagem em relação ao método de montagem por lances sucessivos.

(2) O método é o mesmo em relação ao método dos lances sucessivos, exceto o primeiro lance “H” que é lançado sem que se entre na água. As seções com dois ou mais lances “T” são conectados na área de montagem e transportados em sucessivos agrupamentos para o posicionamento e conexão ao último dos lances lançados, empurrando os lances conectados para fora até que se atinja a outra margem. A turma de montagem no rio passa a se denominar turma de conexão no rio e quando da utilização deste método de montagem por seções efetuarão essas conexões. Neste processo de montagem, as operações das outras turmas são as mesmas que as descritas no método de montagem por lances sucessivos.

c) Montagem na água

(1) Neste método de montagem na água, a turma de transporte e a turma de ancoragem devem ser reorganizadas em dois grupos de transporte. As viaturas devem ficar localizadas o mais próximo possível da água, quando o terreno permitir.

(2) As turmas de transporte carregam os flutuadores, painéis de tabuleiro e os balaústres para o local de montagem na margem do rio, fixando os balaústres nos painéis de tabuleiro. A turma de montagem no rio deverá receber os flutuadores e os painéis de tabuleiro com os balaústres, para montagem dos lances “T” e a conexão entre esses lances. A turma de montagem no rio faz a conexão dos lances e empurra a passadeira em direção à outra margem, sob o controle das turmas de tirantes e de amarras. As demais operações são as mesmas utilizadas no método de montagem por lances sucessivos.

d) Montagem na margem

(1) Este método requer uma área de montagem na margem do rio tão longa quanto a extensão da equipagem. As turmas de montagem são reorganizadas e aumentadas, se necessário, para garantir dois homens para carregar cada flutuador durante a montagem da passadeira, em adição às turmas de ancoragem, tirantes e amarras. Com as viaturas localizadas o mais próximo possível da área de montagem, as turmas de transporte carregam os flutuadores e painéis de tabuleiro para a sua conexão, instalação de balaústres e passagem dos cabos. Quando da conclusão do cabo-guia e da passadeira completamente

montada, um homem permanece em cada extremidade da passadeira. Quando dado o sinal, toda a passadeira (já completa) é lançada na água. Os homens transportam as extremidades da proa dos flutuadores e os tirantes até próximo do rio, montam a equipagem e mantém as linhas ajustadas para alinhar a mesma. Quando a outra margem é alcançada, a equipagem é ancorada por estacas metálicas, as linhas dos balaústres fixadas e todos os homens retornam através da equipagem, exceto a turma de ancoragem de 2ª margem, que lá permanece.

Figura 32. Montagem na margem

e) Montagem em margens íngremes

(1) Em margens altas ou íngremes, para lançamento dos lances ou seções da passadeira, dois trilhos guias devem ser montados na água e inclinados de encontro às margens. Utilizando o método dos lances sucessivos, as turmas de transporte posicionam o lance "H" e as seções sucessivas nos trilhos, abaixando os mesmos por intermédio de cabos, para as turmas de montagem no rio. Esta turma alivia a queda na água e conecta os lances assim que a passadeira é empurrada ao largo.

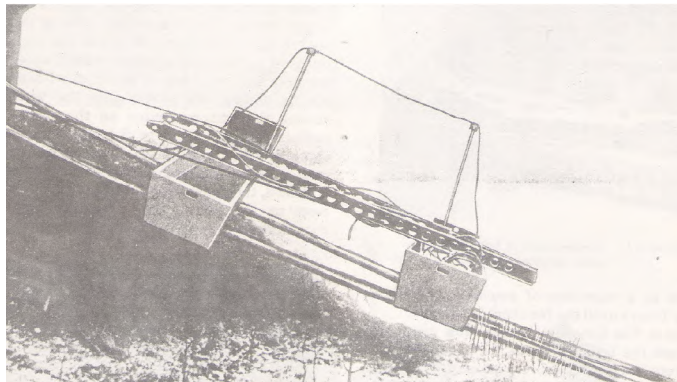



Figura 33. Montagem em margens íngremes

4) Desmontagem

a) Generalidades

(1) A desmontagem é realizada com o mesmo efetivo utilizado na montagem e a seqüência da operação realiza-se de maneira inversa da montagem.

(2) A organização das turmas pelo método normal, comumente utilizado na desmontagem, são idênticas às utilizadas na montagem, exceto as turmas de ancoragem que inicialmente apóiam a turma de montagem na margem, no carregamento das viaturas, até que a equipagem esteja desmontada sobre a margem.

b) Método normal

(1) A equipagem pode ser desmontada na 2ª margem, 1ª margem ou simultaneamente nas duas margens, dependendo da situação tática e condições da correnteza.

(2) A turma de ancoragem, remove as estacas metálicas que ancoram a rampa da passadeira e recolocam o flutuador, permitindo o avanço da equipagem para a margem oposta.

(3) A turma de montagem no rio, desmonta os lances e libera os tirantes dos painéis de tabuleiro, na medida em que a passadeira é movida em direção à margem pela turma de amarras.

(4) Um homem da turma de corrimão retira o balaústre e os outros dois recolhem o cabo de fibra.

(5) A turma de transporte carrega a passadeira para a área de montagem onde a turma de montagem desconecta os lances e com o auxílio, no início, das rampas e cabo-guia transportam os flutuadores, painéis de tabuleiro e acessórios para as viaturas ou área de espera de transporte.

(6) A turma de tirantes remove os mesmos do cabo-guia, transportando-os para as viaturas ou área de espera.

(7) As turmas de ancoragem recolhem o cabo-guia.

Figura 34. Desmontagem da passadeira flutuante de alumínio

f. Utilização da equipagem

1) Transposição de tropa a pé

A equipagem é utilizada como passadeira flutuante possibilitando a travessia de 75 (setenta e cinco) homens com coletes salva-vidas, em média, por minuto, em passo acelerado e em uma única coluna, com um espaçamento de aproximadamente dois passos entre os homens.

Figura 35. Transposição de tropa a pé

2) Transposição de viatura leve (Passadeira reforçada ou Ponte leve flutuante de circunstância)

A equipagem permite a construção de uma passadeira reforçada, de 30 m, com capacidade para transportar uma viatura ¼ t, com reboque. Permite o escoamento de 150 homens por minuto durante o dia e 80 homens por minuto durante a noite ou 200 viaturas durante o dia.

Para a construção da passadeira reforçada, as turmas são as mesmas utilizadas na passadeira, com as seguintes observações:

a) Um lance "H", com um flutuador extra localizado na parte central é montado, lançado e ancorado no cabo-guia.

b) Um segundo lance "H", com os flutuadores localizados nos pontos terciários em relação ao comprimento do painel de tabuleiro, é lançado a montante do 1° lance "H" e manuseado de maneira a entrelaçar com o 1° lance.

c) Os painéis de tabuleiro, após a sua ajustagem, deixam um vão livre de cerca de 0,70 m entre eles.

d) O 2° lance e os demais que sucedem são montados com o lance de dois flutuadores a jusante e o de três flutuadores a montante.

e) A passadeira pode ser montada por lances sucessivos ou por partes na água.

f) O corrimão é instalado somente na parte externa de cada painel.

Figura 36. Passadeira reforçada ou ponte leve de circunstância

Observação:
A passadeira reforçada deve ser utilizada apenas em correntezas até 1,5 m/s.

3) Transposição de feridos (Portada de circunstância)

A passadeira de alumínio poderá ser adaptada para a transposição de feridos, conforme descrito a seguir:

a) Portada de circunstância com dois flutuadores

- A portada é formada pela amarração de dois flutuadores lado a lado com um painel de tabuleiro transversal a eles. Ela irá acomodar um homem ferido e dois remadores.

b) Portada de circunstância com três flutuadores

- A portada é formada pela amarração de três flutuadores lado a lado com um painel de tabuleiro transversal a eles, sendo que um painel adicional será colocado em paralelo de cada lado do painel central. Ela irá acomodar três homens feridos e poderá ser navegada por quatro remadores, dois na proa e dois na popa.

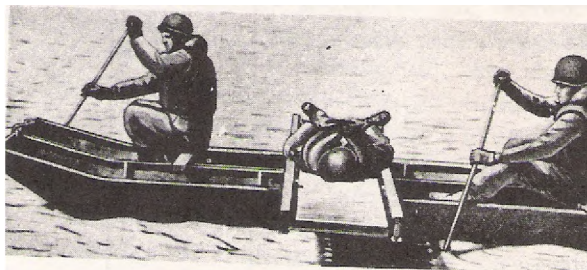



Figura 37. Portada de circunstância com dois flutuadores

3) Ponte leve de circunstância

A passadeira também pode ser utilizada como ponte leve suspensa de circunstância, desde que seja empregada em condições de segurança.

Figura 38. Ponte leve de circunstância

g. Ancoragem

1) Amarras

São necessárias em qualquer velocidade de correnteza para manter o alinhamento da passadeira.

2) Cabo-guia

São necessários, para correntezas superiores a 1 m/s. Cursos de água com correntezas reversas devem ter dois cabos-guias, um a montante e outro a jusante. Curso de água com correntezas superiores a 1,5 m/s e inferior a 2,5 m/s devem ser utilizados dois cabos-guias a montante.

5. MANUTENÇÃO

a. Manutenção de 1° Escalão

1) Inspeção do material

Todos os componentes e acessórios da Passadeira Flutuante de Alumínio, devem ser inspecionados visualmente antes, durante e após a operação com a equipagem. Se for identificada qualquer avaria relacionada nos itens a seguir, deve ser substituído e posteriormente encaminhado para manutenção de acordo com o nível de atribuição.

a) Flutuador

(1) Rebites das chapas faltando ou frouxos;

(2) Retentor do painel com deformações que impeça o seu encaixe no alojamento existente na borda do flutuador;

(3) Chapa do flutuador furada ou com empenamento pronunciado forçando o deslocamento das cavernas;

(4) Vazamento das cavernas.

b) Painel de tabuleiro

(1) Dificuldade de colocação de conexão, nos orifícios que fazem a ligação das peças;

(2) Engate macho e fêmea de qualquer painel, apresentando deformação, fechamento ou abertura acentuada, visível a olho nu;

(3) Rebites dos perfis faltando ou frouxos;

(4) Perfis com trincas;

(5) Parafusos dos perfis faltando ou frouxos.

c) Acessórios

(1) Cabo de sisal

(a) apresentando desfiamento ou com deteriorização;

(2) Cabo de aço

(a) descochado ou corroído;

(b) diâmetro dos pontos gastos, que geralmente se encontram nas partes achatadas e brilhantes dos cabos, tiverem sofrido uma redução de um quarto ou mais;

(c) 4% de seus fios apresentam ruptura, na extremidade equivalente a uma torção (volta) do cabo;

(3) Retentor de painel

(a) apresentando deformações ou alto grau de corrosão fragilizando e não permitindo sua montagem;

(4) Balaústre

(a) apresentando desgastes de sua conexão inferior e superior;

(b) apresentando deformações acentuadas que impeçam o seu engate no tabuleiro;

(5) Corrente de ancoragem

(a) apresentando deformações dos seus elos comprometendo a montagem;

(6) Croque

(a) apresentando a ponta solta ou madeira quebrada;

(7) Clipe

(a) apresentando deformações visíveis que impeçam a sua utilização;

(8) Mosquetão

(a) apresentando deformações visíveis que impeçam a sua utilização.

2) Manutenção para armazenagem

a) Flutuador

(1) Deve ser retirada toda a água que fica acumulada no seu interior. Devem estar completamente secos, isentos de lama ou qualquer outra sujeira.

(2) Os limitadores de painel, instalados em cada flutuador, por trabalharem com tolerância muito justa no seu alojamento, devem sofrer limpeza individual de maneira a deslizarem normalmente. Se necessário usar jato de ar para secar as partes em contato.

b) Painel de tabuleiro

(1) As pistas por onde trafegam os homens, devem permanecer livres de água, lama, areia, pedregulho e outros materiais estranhos.

(2) O dispositivo de travamento (macho/fêmea) bem como mola de pressão, retentor móvel e conector devem sofrer limpeza e verificação individual; caso o parafuso que fixa o dispositivo ao painel estiver frouxo reapertá-lo sem pressão excessiva.

Observação: é proibido o uso de instrumento metálico para limpeza ou montagem dos componentes.

c) Acessórios

(1) Cordame de sisal

(a) devem ser lavados e postos a secar à sobra. Se os cabos de fibra permanecerem muito tempo expostos ao tempo ou água, após sua secagem devem ser untados com substâncias gordurosas;

(2) Cabo de aço

(a) deve ser limpo e lubrificado antes de ser enrolado na bobina de madeira;

(3) Retentor de painel

(a) devem ser limpos e lubrificados;

(4) Corrente de ancoragem

(a) deve ser limpa e seca, após sua secagem deverão ser lubrificadas com óleo.

(5) Estaca metálica

(a) devem ser limpas e secas;

(6) Croque

(a) devem ser limpos e secos;

(7) Clipe
(a) devem ser limpos e secos;
(8) Mosquetão
(a) devem ser limpos e secos.

3) Armazenagem

A armazenagem de todos os componentes e acessórios da Passadeira Flutuante de Alumínio deve ser feita em local aberto e ventilado.

Todos os componentes, por serem em liga de alumínio, devem, dentro do mesmo local de armazenagem, ficar separados dos acessórios da passadeira ou outras equipagens cuja matéria-prima não seja alumínio.

Para que o material tenha significativo aumento da vida útil as seguintes regras devem ser seguidas:

a) Flutuador

(1) Empilhamento máximo de sete unidades;

(2) Para evitar o contato direto com o solo e sobrecarga, o primeiro flutuador deve ser apoiado em três linhas de pranchões, duas nas extremidades e uma central;

(3) No transporte para armazenagem, carga ou descarga, não arraste o flutuador sobre o solo ou sobre outro flutuador;

b) Painel de tabuleiro

(1) Empilhamento máximo de dez unidades;

(2) Colocação de três linhas de pranchões, duas nas extremidades e uma central, para evitar o contato direto com o solo;

c) Acessórios

(1) Todos os acessórios devem ser armazenados, da mesma forma que os componentes, sobre pranchões ou qualquer outro dispositivo de madeira;

(2) Os estrados no empilhamento, não devem exceder a altura de 1,50 m.

b. Manutenção de 2° Escalão

1) Reparos de emergência

Reparos de emergência podem ser realizados em campanha. Aplica-se em situações onde não é requerido o uso de ferramentas especiais, além das normalmente disponíveis para reparos em equipamentos de engenharia.

2) Substituição de peças

O 2° escalão de manutenção comporta ainda substituição de peças produzidas pelas Unidades de manutenção, firmas especializadas ou adquiridas no comércio. As peças dos componentes e acessórios, a seguir relacionados, estão incluídos nesta fase de manutenção para substituição:

- Engate macho e fêmea para conexão do painel nacional c/ o modelo americano.
- Cabo de sisal.
- Cabo de aço.
- Clipe de aço
- Fita refletora
- Mosquetão

c. Manutenção de 3° Escalão

1) Definição

Esta manutenção tem por finalidade a realização de serviços que não envolvam operações metalúrgicas complexas, que poderá ser realizada por pessoal com conhecimento em aplicação de reparos de chapeamento ou elemento estrutural.

2) Atribuições

a) Execução de reparos e pintura em flutuadores;

b) Execução de reparos e pintura nos componentes da passadeira.

3) Roteiro para reparos permanentes dos flutuadores

Reparos que requeiram mais tempo e material especializado podem ser estanqueados em caráter permanente para aplicação de remendos de duralumínio aos pares, um pelo lado externo e outro pelo lado interno, de acordo com o seguinte procedimento:

a) Regularização dos locais afetados para que fiquem planas;

b) Corte dos remendos em chapa de duralumínio por meio de tesoura e conformação ao redor da perfuração para que se adaptem a superfície;

c) Fazer a furação fora do local perfurado, e em seguida ameaçar a chapa para que se possa marcar a furação em torno do local afetado;

d) Puncionar fortemente (com auxílio de madeira) os locais assinalados;

e) Furar usando brocas, os locais puncionados;

f) Aplicar massa Brascoved 15/13 em toda a superfície da chapa a ser montada;

g) Rebitar a chapa através de rebites tipo POP e alicate rebitador.

4) Roteiro para execução da pintura

a) Limpeza e desengorduramento, podendo ser utilizado solvente comum, ou outro processo qualquer que garante a eliminação das gorduras;

b) Uma demão de primer anticorrosivo de alta espessura Norma MIL-P 52995
- modo de aplicação: pistola de baixa pressão ou rolo de espuma;

c) Uma demão de laca nitrocelulose verde floresta fosco Norma MIL-L 11195 B;

d) Solvente recomendado para o primer é 95000 da Sherwim-Willians, a diluição é até 20%, o tempo para aplicação da laca é entre 18 e 48 horas;

e) solvente recomendado para a laca é 50597 ou 50599 da Sherwim-Willians. A sua diluição é entre 70 a 100%, o tempo para outra demão (se necessário) é de 20 minutos.

d. Características técnicas

1) Flutuador

a) Dimensões principais	
Comprimento	4,662 m
Boca	0,609 m
Pontal	0,367 m
b) Peso	45,36 Kg
c) Principais materiais	
Rebites	liga 6351 - T6
Perfis e tubos	liga 6351 - T6
Chapas	liga 5052 - H - 32
Retentor móvel	aço SAE 1020
Mola	aço inox
Poliuretano	densidade 30-35 Kg/m3
Rebite POP hermético de alumínio	O 1/16”
Eletrodos	ER 5356, ER 4043 de alumínio

2) Tabuleiro

a) Dimensões principais	
Comprimento	3.428 m
Largura	0,527 m
b) Peso	38,102 Kg
c) Principais materiais	
Rebites	liga 6351 - T6
Perfis	liga 6351 - T6
Chapas	liga 5052 - H - 32
Parafusos/porcas	aço SAE 1045 zincado
Fundidos	liga comercial
Rebite POP hermético de alumínio	O 1/16”
Eletrodos	ER 5356, ER 4043 de alumínio

3) Principais especificações dos componentes e acessórios da equipagem.

Estaca metálica: construída em aço SAE 1030.
Balaústre: construído em tubo de alumínio e fundido comercial.
Corrente de ancoragem: construída em aço SAE 1030.
Cabo-de-aço: diâmetro de 3/8”, pré-formado AF 6 x 12.
Mosquetão: construído em bronze, mola de aço de inox.

Clipe: de aço 1030, galvanizado, diâmetro de 3/8”.

Estaca de justaposição: tubo de alumínio, fundido comercial, fita refletora de 50 candelas.

Croque: em madeira de lei (canela/imbuia), diâmetro de 2”, comprimento de 2,20 m, com gancho fundido em bronze.

Retentor de painel: construído em aço SAE 1020.

e. Especificações comerciais

1) Materiais diversos

a) Massa Brascoved 15/13
b) Chapa de alumínio liga 5052 H-32 espessura 1,47 mm
c) Rebites POP de alumínio, mandril de aço de 1/16” AHA-416 hermético
d) Rebitadeira POP manual modelo PRG-111 ou PRG-111 A
e) Punção de aço cromo/vanádio
f) Martelo de bola de 500 gramas
g) Pua de aço cromo/vanádio

f. Máquinas e ferramentas

1) Rebitadeira POP manual modelo PRG-111 ou PRG-111 A
2) Punção de aço cromo/vanádio
3) Martelo de bola de 500 gramas
4) Pua de aço cromo/vanádio

Figura 39. Inspeção visual da passadeira após a utilização

6. DIMENSIONAMENTO

a. Passadeira flutuante normal

	Fórmula	Observação
1) Nr lances	$\frac{\text{VÃO}}{3,43}$	aproximar para Nr inteiro imediatamente menor
2) Nr painéis	Nr lances + 10 %	aproximar para Nr inteiro imediatamente maior
3) Nr flutuadores	Nr painéis + 1	
4) Nr tirantes	1 por flutuador 1 a cada 2 flutuadores	velocidade da correnteza > 1 m/s velocidade da corrente < 1 m/s
5) Nr balaústres	Nr painéis x 4	

b. Passadeira reforçada

	Fórmula	Observação
1) Nr lances	$\frac{\text{VÃO}}{3,43}$	aproximar para Nr inteiro imediatamente menor
2) Nr painéis	(Nr lances x 2) + 10 %	proximar para Nr inteiro imediatamente maior
3) Nr flutuadores	(Nr lances x 5) + 10%	proximar para Nr inteiro imediatamente maior

c. Reserva de Material nas Operações de Transposição

1) 1 /3 das Necessidades (*)

2) 1/ 4 das Disponibilidades (*)

(*) Em substituição aos 10 % da Reserva técnica, anteriormente utilizados.

7. BIBLIOGRAFIA

BENTO, Cláudio Moreira. **Travessia Militar de Brechas e Cursos de Água.** Revista A Defesa Nacional, nº 723, Nov/Dez 1985.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Equipamento Leve de Transposição, T5-275**. Brasília: EGGCF, 1960.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Lição Peculiar, Engenharia, Pontes**. Curso de Preparação da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. Rio de Janeiro, p. 2-4, 1993.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Passadeira de Alumínio**. Pontes. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, p. 80-90, 19?

BRASIL. Exército Brasileiro. **Passadeira Flutuante de Alumínio**. Boletim Técnico da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: EGGCF, n. 16, p. 73-99, 1989.

BRASIL. Exército Brasileiro**. Vade-Mecum de Engenharia, C 5-34.** Brasília: EGGCF, 1983.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Passadeira Flutuante de Alumínio**. Pontes Leves e Pesadas. 1998.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Passadeira Flutuante de Alumínio**. Transposição de Cursos de Água. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, 1995.

US ARMY. **Aluminum Floating Footbridge.** Military Floating Bridge Equipment, TM 5-210. Washington, DC: 1970.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

PORTADA LEVE

1. INTRODUÇÃO

Durante a progressão na segunda margem, as tropas de assalto ficam muito expostas aos contra-ataques inimigos. Por isso necessitam de suas armas de apoio e seus carros de combate, o que torna necessária a construção e a operação das portadas, a fim de transportar esses meios para a segunda margem.

As portadas leves permitem a travessia das viaturas e das armas orgânicas de força de assalto e da artilharia leve. As portadas são construídas tão logo hajam sido retirados os tiros diretos das armas portáteis sobre os locais de travessia escolhidos.

Como dado de planejamento, adota-se para cada brigada em 1º escalão um local de portada leve. O número de portadas leves que, normalmente, pode ser operado eficientemente em cada local, depende da largura do rio. Dessa forma tem-se uma portada em rios de até 90 metros, duas portadas em rios de mais de 90 metros e até 150 metros e três portadas em rios de mais de 150 metros e até 300 metros de largura. Para cada local é prevista uma portada reserva que, em princípio, é construída e fica à montante do local, camuflada, em condições de ser utilizada quando necessário.

Tecnicamente, não é compensadora a utilização de portadas leves em cursos de água de largura inferior a quarenta e cinco metros.

Figura 1. Portada Leve

As portadas são construídas e operadas, normalmente, à jusante dos locais de ponte.

Um local de portada tem sua operação iniciada imediatamente após a construção de uma de suas portadas. Dois locais de portada podem estar próximos, desde que seja guardada uma distância que permita a operação e navegação de suas portadas sem interferência mútua e com segurança. A distância mínima admissível, em princípio, entre dois locais de portadas sucessivos é igual a largura do curso de água e a distância ideal, duas vezes essa largura.

Para os trabalhos de construção da portada leve, normalmente, é empregado o efetivo de um pelotão de engenharia e para os trabalhos de manutenção, um grupo de engenharia. Para operação de uma portada leve utiliza-se um destacamento de travessia, com efetivo de um grupo de engenharia.

A responsabilidade pelo transporte, manutenção e armazenamento de uma equipagem nos Batalhões de Engenharia de Combate é do Grupo de Portada pertencente ao Pelotão de Equipagem de Assalto da Companhia de Engenharia de Pontes. Nas Cia E Cmb (Bda) a responsabilidade é do Grupo de Equipagem Leve pertencente ao Pelotão de Pontes.

A dotação nos BE Cmb é de seis equipagens de portada leve e nas Cia E Cmb (Bda) é de três equipagens de portada leve. Esta dotação pode variar.

O material de Portada Leve foi fabricado no Brasil pelo Estaleiro Verolme e encontra-se distribuído a todas as unidades de engenharia de combate do Exército Brasileiro.

Existem algumas equipagens de procedência dos Estados Unidos da América, conhecidas como Portada Tática Leve (*Light Tactical Raft, RTF*) que encontram-se distribuídas a algumas organizações de engenharia de combate. Seus suportes flutuantes (botes), entre outros itens, apresentam características distintas da equipagem de Portada Leve de fabricação nacional – são mais pesados e maiores.

Figura 2. Portada Tática Leve – material similar norte-americano

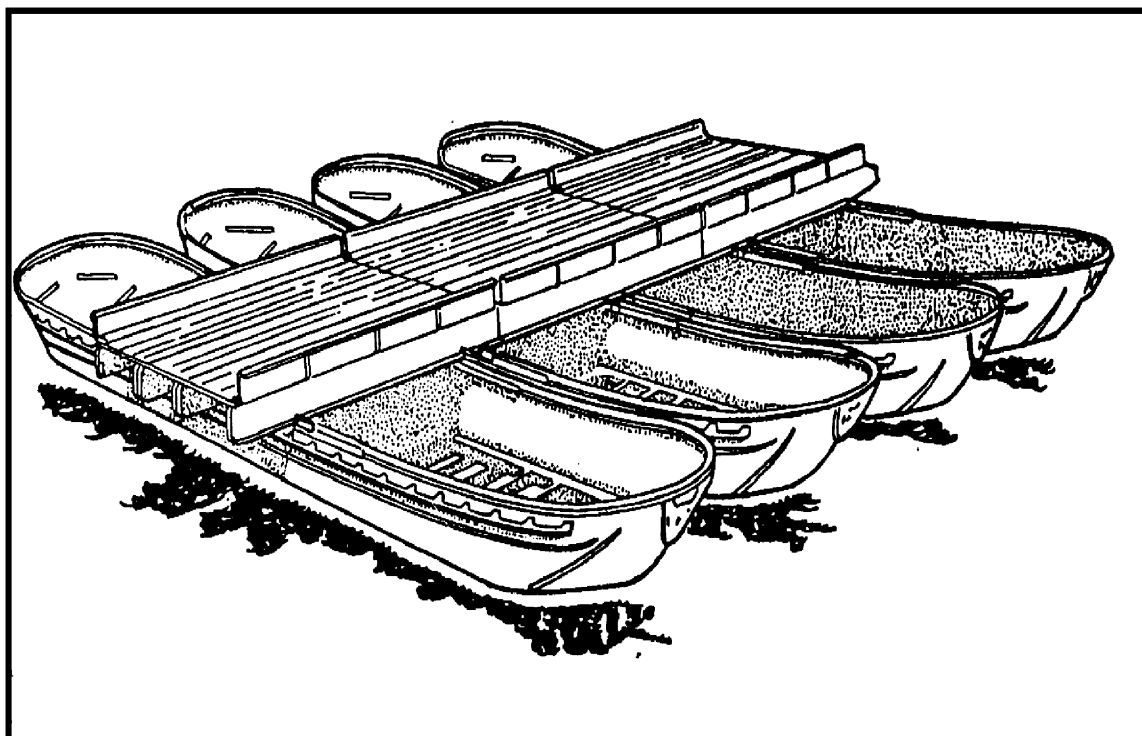



Figura 3. Portada Tática Leve – material similar norte-americano

Existem também, em outros exércitos, equipamentos similares, com características semelhantes à equipagem de Portada Leve.

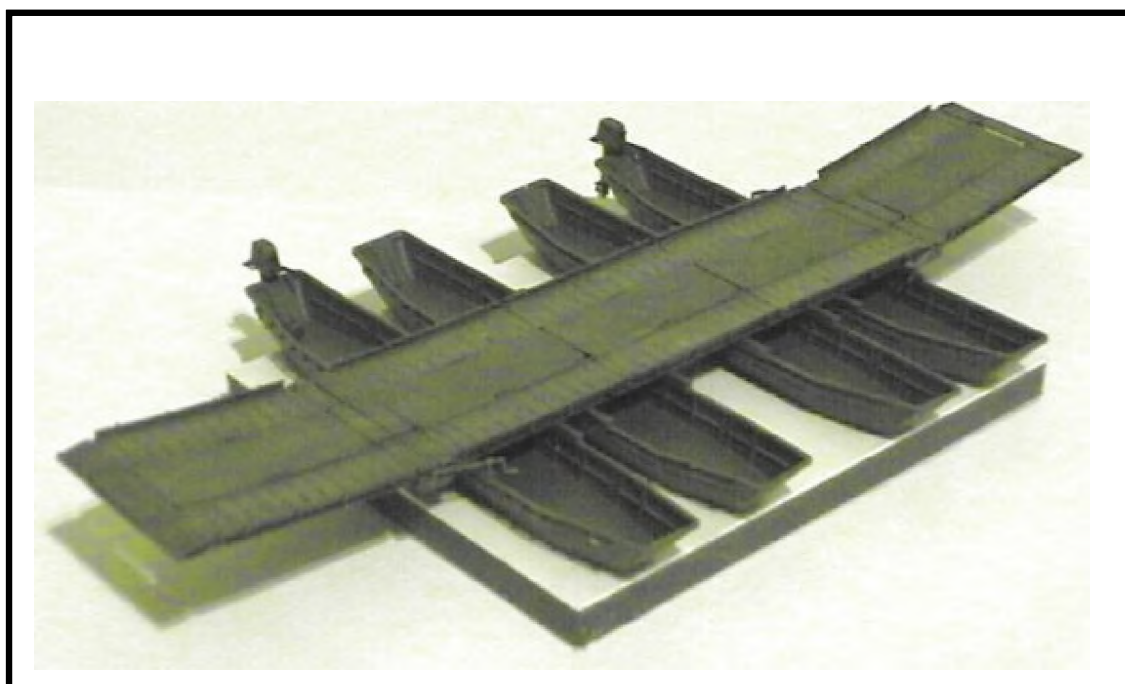



Figura 4. Material similar de outros exércitos

O material de portada leve poderá ser utilizado como base flutuante e também como local para pouso de helicópteros.

Figura 5. Emprego de Portada Leve como base flutuante

Figura 6. Emprego de Portada Leve como base flutuante

2. COMPOSIÇÃO DE UMA EQUIPAGEM

a. Componentes

Componentes	Quantidade
Suporte flutuante	12
Painel de rolamento	08
Painel de rampa macho	02
Painel de rampa fêmea	02
Articulador - seção macho	04
Articulador - seção fêmea	04
Braço telescópico	08
Painel intermediário longo	08
Painel intermediário curto	04
Rodapé	08

b. Acessórios

Acessórios	Quantidade
Estrado de madeira seção de proa	12
Estrado de madeira seção de popa	12
Cabo de sisal de 25 metros – amarra	04
Cabo de sisal de 15 metros – amarra	12
Cabo de sisal de 60 metros x ½ "	06
Motor de popa	02
Suporte do motor de popa	02
Âncora	06
Estaca metálica	20
Distanciador Classe 8	04
Distanciador Classe 12	04
Distanciador Classe 16	04
Remo	108
Saco de lona para remos	12
Croque	04
Peça de ancoragem	02
Marreta	02
Martelo de borracha	02
Calço para viatura	08
Conjunto transportador contendo as seguintes peças:	-
- Transportador de roldanas	01
- Talha	01
- Mordente	03
- Clipe para cabo de aço	40
- Patesca para cabo de ½ "	02
- Patesca para cabo de ¾ "	02
- Patesca para cabo de 1"	01
- Cabo de manobra	02
- Cabo de tração	01
- Cave de boca	06
- Cabo de polietileno	01
- Cabo de aço	01
- Caixa de madeira	01

3. DESCRIÇÃO DA EQUIPAGEM

a. Componentes

1) Suporte flutuante

O suporte flutuante é o componente utilizado como bote de assalto ou na construção de pontões para o lançamento do tabuleiro de portadas e pontes. É fabricado em duralumínio, com fundo largo e plano, popa de seção reta, proa recurvada e ligeiramente mais alta e estreita. Têm na popa dois engates de conexão superior e inferior, e um pino de conexão, de modo que duas unidades podem ser conectadas para formarem um pontão flutuante. A parte inferior do fundo é coberta por um estrado de madeira, dividido em dois módulos. Tem, ainda, uma ábita instalada na estrutura do fundo, para fixação da amarra da âncora, e dispositivos instalados nas bordas, para travamento dos painéis de rolamento utilizados nas portadas e pontes (limitador e painel). É transportado por oito homens e apresenta as seguintes dimensões principais:

a) Comprimento total ....4.92 m
b) Largura máxima (boca) ....1,85 m
c) Altura pontal ....0,74 m
d) Peso ....224 Kg
e) Deslocamento com 10 cm de borda livre ....3900 Kg
f) Deslocamento com 35 cm de borda livre ....2100 Kg

Figura 7. Suporte flutuante

Figura 8. Suporte flutuante

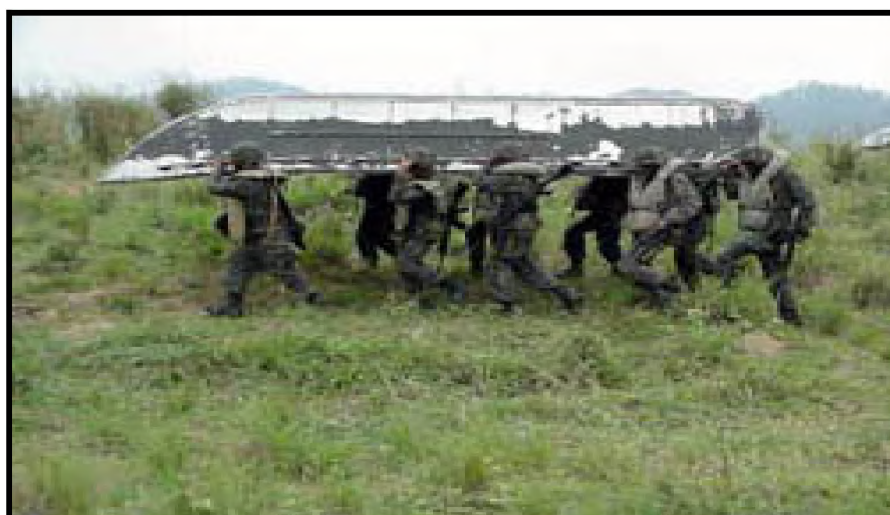



Figura 9. Transporte “ao ombro” do suporte flutuante

2) Painel de rolamento

O painel de rolamento é o componente utilizado na construção das pistas ou trilhas do tabuleiro, por onde transitam as rodas ou lagartas das viaturas. Painéis de rolamento são rigidamente conectáveis entre si, ou a painéis de rampa e articuladores, por meio de engates tipo macho e fêmea, instalados nas duas extremidades, e de dois pinos de conexão longo em cada ponto de engate. São lançados sobre os pontões flutuantes e

fixados a estes através dos limitadores instalados em suas bordas. Painéis de rolamento são fabricados inteiramente em liga de alumínio de alta resistência, são transportados por oito homens e apresentam as seguintes dimensões principais:

a) Comprimento efetivo (conectado)...3,22 m
b) Comprimento total ....3,66 m
c) Largura ....1,02 m
d) Altura ....0,28 m
e) Peso ....268 Kg

Figura 10. Painel de rolamento

Figura 11. Transporte do painel de rolamento

3) Painel de rampa

O painel de rampa é o componente que instalado em cada extremidade de cada trilha do tabuleiro, formada pelos painéis de rolamento, atua nos encontros com as margens para facilitar as manobras de embarque / desembarque de viaturas ou cargas equivalentes. Painéis de rampa são de dois tipos, macho e fêmea, de acordo com o engate na sua extremidade, e se conectam rigidamente a painéis de rolamento ou a articuladores por meio de dois pinos de conexão longo em cada ponto de engate. Painéis de rampa são fabricados inteiramente em liga de alumínio de alta resistência, são transportados por quatro homens e apresentam as seguintes dimensões principais:

a) Tipo macho
(1) Comprimento efetivo (conectado) ....1,45 m
(2) Comprimento total ....1,95 m
(3) Largura ....1,02 m
(4) Altura ....0,28 m
(5) Peso ....108 Kg

Figura 12. Painel de rampa – tipo macho

b) Tipo fêmea
(1) Comprimento efetivo (conectado)..1,45 m

(2) Comprimento total ....1,51 m
(3) Largura ....1,02 m
(4) Altura ....0,28 m
(5) Peso ....111 Kg

Figura 13. Painel de rampa – tipo fêmea

4) Articulador

O articulador é o componente que instalado entre um painel de rolamento e um painel de rampa permite a variação da inclinação deste último, em relação à horizontal, para melhor ajuste nos encontros com as margens. A variação da inclinação é possibilitada por braços telescópicos reguláveis que são instalados na parte inferior, por meio de pinos de conexão curto, ligando a seção macho à seção fêmea, formando o articulador propriamente dito. É fabricado em liga de alumínio de alta resistência, cada seção deve ser transportada por quatro homens e apresentam as seguintes dimensões principais:

a) Tipo macho
(1) Comprimento total ....1,48 m
(2) Largura ....1,02 m
(3) Altura ....0,59 m
(4) Peso ....121 Kg

Figura 14. Articulador – tipo macho

b) Tipo fêmea

(1) Comprimento total ....1,04 m
(2) Largura ....0,59 m
(3) Altura ....1,02 m
(4) Peso ....141 Kg

Figura 15. Articulador – tipo fêmea

c) Articulador
(a) Comprimento efetivo (conectado) ....1,81 m

Figura 16. Articulador completo

Figura 17. Pinos do articulador

Figura 18. Braço telescópico

5) Painel intermediário

O painel intermediário é componente que serve para preencher o vão interno entre as duas pistas ou trilhas do tabuleiro formadas pelos painéis de rolamento e articuladores. Confere ao tabuleiro um piso contínuo para facilitar o trânsito de pequenas viaturas e de pessoal. Painéis intermediários são de dois tipos - longo e curto, sendo o primeiro utilizado no preenchimento do vão entre os painéis de rolamento, e o segundo tipo utilizado no vão entre os articuladores. Painéis intermediários são inteiramente fabricados em duralumínio, o longo é transportado por dois homens, o curto por um homem e apresentam as seguintes características principais:

a) Tipo longo

(1) Comprimento ....1,59 m
(2) Largura ....0,98 m
(3) Altura ....0,10 m
(4) Peso ....49 Kg

Figura 19. Painel intermediário – tipo longo

b) Tipo curto
  (1) Comprimento ....0,93 m
  (2) Largura ....0,98 m
  (3) Altura ....0,10 m
  (4) Peso ....28 Kg

Figura 20. Painel intermediário – tipo curto

6) Rodapé

O rodapé, ou guia roda, é o componente que instalado na lateral externa do painel de rolamento serve de orientação a motoristas durante as manobras de entrada, trânsito e saída de viaturas, bem como de defesa contra pequenos impactos. São fabricados em duralumínio, transportados por um homem e apresentam as seguintes características principais:

a) Comprimento ....3,09 m
b) Largura ....0,20 m
c) Altura ....0,28 m
d) Peso ....18 Kg

Figura 21. Rodapé

7) Pino de conexão

Destina-se a realizar a conexão entre os suportes flutuando permitindo a formação e união dos pontões metálicos.

Figura 22. Pino de conexão

b. <u>Acessórios</u>

1) Estrado de madeira

Constitui-se de dois módulos e tem por finalidade proteger a chapa de duralumínio, do fundo do bote, de eventuais choques. Pesa 31 Kg.

Figura 23. Estrado de madeira – módulo de proa

Figura 24. Estrado de madeira – módulo de popa

2) Amarras

a) Cabo de sisal de 25 metros

Na cor natural da fibra com 1/2” de diâmetro, serve de amarra na montagem e operação da portada. Pesa 3,3 Kg.

Figura 25. Cabo de sisal de 25 metros

b) Cabo de sisal de 15 metros

Na cor natural da fibra com 3/4” de diâmetro, serve de amarra para o bote de assalto. Pesa 3,8 Kg.

Figura 26. Cabo de sisal de 15 metros

c) Cabo de sisal de 60 metros e 1/2”
Na cor natural da fibra é utilizado como cabo de âncora. Pesa 8 Kg.

Figura 27. Cabo de sisal de 60 metros

3) Motor de popa
De rabeta longa, com braço de comando e 40 HP de potência a 5500 RPM. Quando instalados - dois na portada - proporcionam força suficiente para a navegação motorizada. Pesa 60 Kg.

Figura 28. Motor de popa

4) Suporte de motor de popa

Suporte de tubo em aço, com madeira para fixação do motor de popa, destina-se a fornecer apoio para o motor na navegação das portadas. Deve ser colocado na proa dos botes. Pesa 32 Kg.

Figura 29. Suporte do motor de popa

5) Âncora

Do tipo Danforth, em aço, destina-se a realização da ancoragem no leito dos rios. Deve ser utilizada quando falhar o sistema empregado na navegação das portadas. Pesa 14 Kg.

Figura 30. Âncora

6) Estaca metálica

Em aço com 1 m de comprimento e cabeça de 45 mm de diâmetro. Serve para fixar a placa de ancoragem ao solo e de ponto de ancoragem para as amarras. Pesa 5,8 Kg.

Figura 31. Estaca metálica

7) Distanciador

São de três tipos: classe 8, classe 12 e classe 16. Destina-se a padronizar a separação entre os suportes flutuantes na montagem dos três tipos de portada. Possuem nas extremidades três pinos para encaixe em orifícios existentes nos suportes flutuantes. Apresentam as seguintes características principais:

a) Classe 8

(1) Tamanho...médio

(2) Peso ....0,6 Kg

Figura 32. Distanciador Classe 8

b) Classe 12
   (1) Tamanho ....maior
   (2) Peso ....2 Kg

Figura 33. Distanciador Classe 12

c) Classe 16
   (1) Tamanho...menor
   (2) Peso ....0,4 Kg

Figura 34. Distanciador Classe 16

8) Remo

Remo de madeira em cedro com 1,52 m de comprimento, utilizado para a navegação do bote. Pesa 1,3 Kg.

Figura 35. Remo

9) Saco de lona

De lona com 1,20 m de comprimento, destina-se ao transporte de nove remos. Pesa 0,6 Kg.

Figura 36. Saco de lona para remos

10) Croque

De madeira com ponta e gancho de aço, com 3,24 m de comprimento, auxilia nas manobras da portada. Pesa 3 Kg.

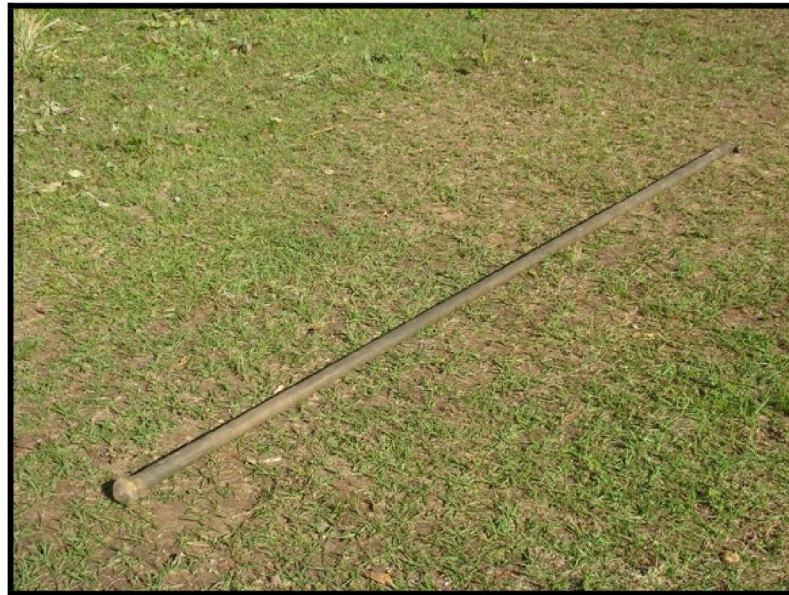



Figura 37. Croque

11) Peça de ancoragem

Com 2,24 m de comprimento, contém nove orifícios para passagem das estacas de aço. Destina-se a ancorar o cabo de aço utilizado na navegação retida. Pesa 26 Kg.

Figura 38. Peça de ancoragem

12) Marreta

De aço com cabo de madeira de 0,8 m de comprimento. Destina-se à cravação de estacas de aço. Pesa 5 Kg.

Figura 39. Marreta

13) Martelo de borracha

De borracha rígida, com cabeça de 75 x 100 mm e cabo de madeira, utilizado para a introdução dos pinos de conexão nas ligações da estrutura, quando não for possível a colocação manual. Pesa 0,8 Kg.

Figura 40. Martelo de borracha

14) Calço para viatura

De madeira destina-se a calçar as rodas das viaturas transportadas pela portada. Pesa 4,2 Kg.

Figura 41. Calço para viatura

15) Conjunto transportador

Contém as peças necessárias para a montagem do dispositivo que permite a realização da navegação retida. Compõe-se das peças a seguir relacionadas:

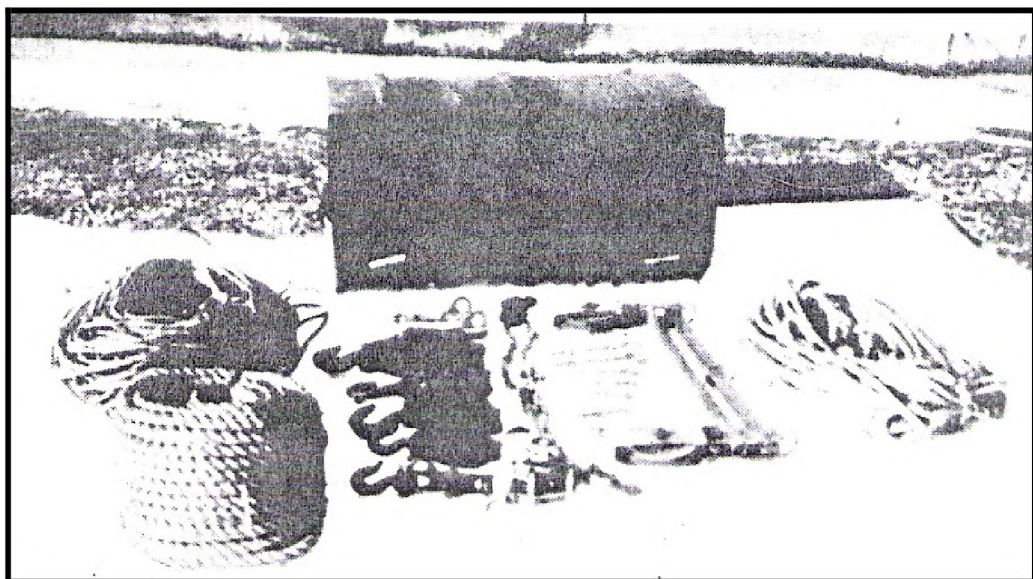



Figura 42. Conjunto transportador

a) Transportador de roldanas

Compõe-se basicamente de duas roldanas fabricadas em ferro fundido, um suporte de aço e algemas em “D” para a colocação de patesca; em conjunto com o cabo-guia serve para segurar e direcionar a portada na navegação retida. Pesa 23 Kg.

Figura 43. Transportador de roldanas

b) Talha

De alavanca, do tipo diferencial, capacidade de três toneladas, com corrente de elo com 2,20 m de comprimento. Destina-se a tesar o cabo de aço. Pesa 19 Kg.

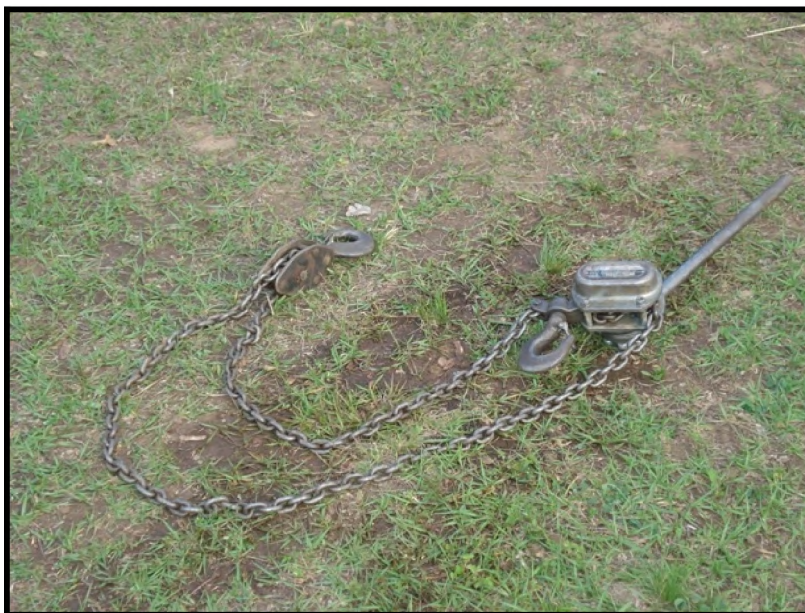



Figura 44. Talha

c) Mordente
Em aço. Auxilia a tesar o cabo de aço. Pesa 2,4 Kg.

Figura 45. Mordente

d) Clipe
Para cabo de aço de 1/2", serve para fixar o cabo à peça de ancoragem ou qualquer outro ponto de amarração. Pesa 0,4 Kg.

Figura 46. Clipe

e) Patesca

(1) Para cabo de 1/2”

Com abertura de 1/2” a 5/8” e 3000 Kg de capacidade. serve para auxiliar o tesamento do cabo de aço. Pesa 7 Kg.

Figura 47. Patesca para cabo de 1/2“

(2) Para cabo de 3/4”

Com abertura de 3/4” a 7/8” e 1500 Kg de capacidade, para cabos de fibra. Destina-se a receber o cabo de manobra auxiliando na operação da portada. Pesa 4,5 Kg.

Figura 48. Patesca para cabo de 3/4“

(3) Para cabo de 1”

Com abertura de 7/8 “ a 1” e 3000 Kg de capacidade, para cabos de fibra. Destina-se a receber o cabo de tração. Pesa 13 Kg.

Figura 49. Patesca para cabo de 1“

f) Cabo de manobra

Em sisal com 60 metros de comprimento e 3 / 4” de diâmetro, utilizado para as manobras da portada. Pesa 15 Kg.

g) Cabo de tração

Em sisal com 60 metros de comprimento e 1” de diâmetro. Serve para prender e segurar a portada ao sistema cabo-guia/transportador de roldanas. Constitui-se no cabo que, efetivamente, evitará que a correnteza arraste a portada. Pesa 27,5 Kg.

h) Chave ajustável

Ajustável em três tamanhos, 6”, 8” e 12”, auxilia a colocação e retirada do clipe no cabo de aço.

i) Cabo de polietileno

Na cor verde com 180 metros de comprimento e 1/2” de diâmetro, destina-se a auxiliar o lançamento do cabo de aço. Pesa 14 Kg.

j) Cabo de aço

Com 150 metros de comprimento e 1/2" de diâmetro, galvanizado, enrolado em bobina de madeira. Serve como cabo-guia para a portada na navegação retida. Pesa 114 Kg.

Figura 50. Cabo de aço

l) Caixa de madeira

Com quatro alças para transporte, destina-se a condicionar o conjunto transportador, sem o cabo de aço. Pesa 61 Kg.

Figura 51. Caixa de madeira

4. CARACTERÍSTICAS DA EQUIPAGEM

a. Bote de assalto

1) Generalidades

Os suportes flutuantes da equipagem sendo relativamente leves e fáceis de movimentar são utilizados como botes de assalto. Nessa condição, servem como meio descontínuo de travessia para os primeiros elementos a realizarem a transposição de um curso de água.

2) Capacidade operacional

(a) O bote de assalto opera a remo com uma guarnição de engenharia composta de três elementos, o piloto, o voga e o sota-voga. Transporta com segurança, em acréscimo ao peso da guarnição, um grupo de combate armado e equipado, ou qualquer combinação de homens e carga com peso equivalente, à velocidade de até 1,5 m/s em relação à correnteza.

(b) Dois botes de assalto conectados popa a popa formam um pontão de assalto para operação com emprego de motor de popa. O pontão de assalto transporta com segurança uma guarnição de engenharia de três homens e dois grupos de combate, ou qualquer combinação de homens e carga com peso equivalente, à velocidade de até 2,5 m/s em relação à correnteza.

Figura 52. Emprego do bote de assalto

Figura 53. Emprego do pontão de assalto em defesa civil

b. Portadas

1) Generalidades

A equipagem permite a construção de portadas que apresentam uma superestrutura (tabuleiro) formada por painéis, assentados sobre pontões, que são formados pela conexão popa a popa de suportes flutuantes.

2) Tipos

a) Os componentes de uma equipagem possibilitam a construção de três classes de portadas: classe 16, classe 12 e classe 8.

b) A portada classe 16, requer oito painéis de rolamento, quatro de cada lado, para a formação do tabuleiro e seis pontões flutuantes para a formação da infra-estrutura.

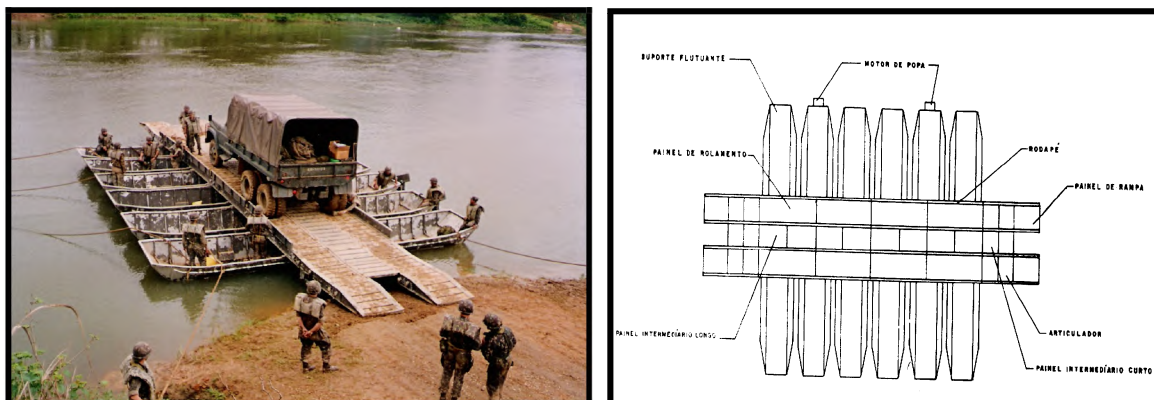



Figura 54. Portada Leve Classe 16

c) A portada classe 12, requer oito painéis de rolamento e cinco pontões flutuantes.

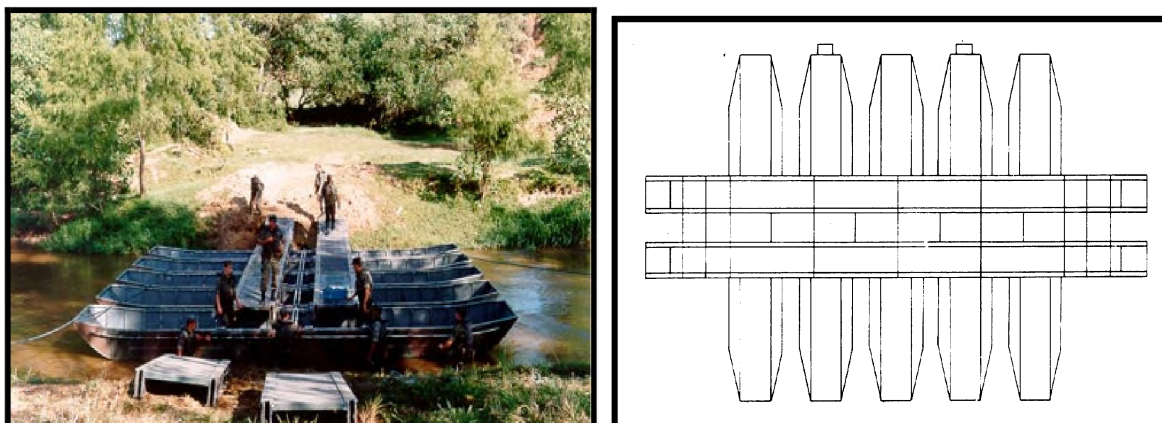



Figura 55. Portada Leve Classe 12

d) A portada classe 8, requer seis painéis de rolamento, três de cada lado e quatro pontões flutuantes.

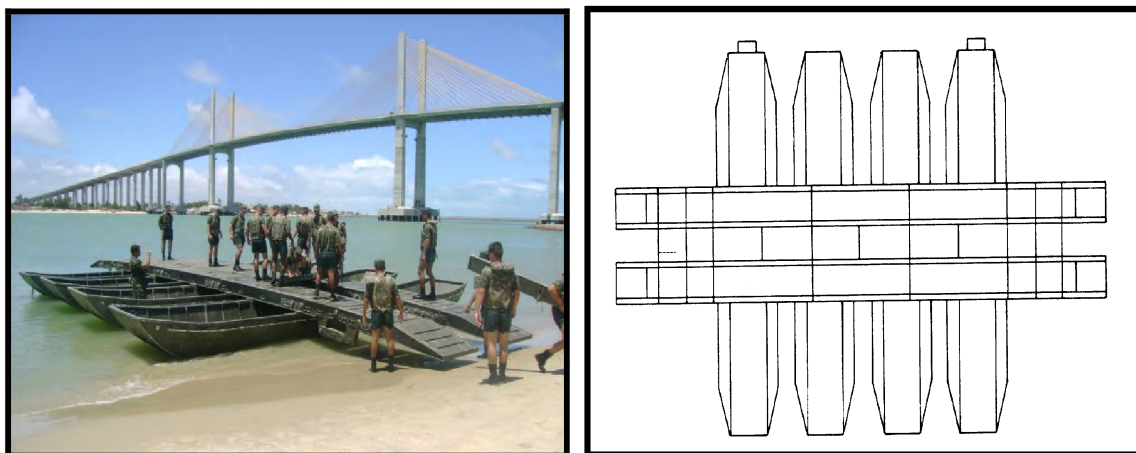



Figura 56. Portada Leve Classe 8

3) Características dimensionais

DADOS GERAIS SOBRE OS TIPOS DE PORTADAS

TIPO	Nº PONTÕES	COMPRIMENTO (m) TOTAL	ÚTIL	LARGURA (m) TABULEIRO	VIAGENS/HORA (1) 90	150	300
Classe 16	06	19,38	14,65	2,90	10	06	04
Classe 12	05	19,38	14,65	2,90	10	06	04
Classe 08	04	16,16	11.43	2,90	10	06	04

Obs.: (1) O número de viagens por hora (ida e volta) é calculado para navegação diurna, em correnteza de até 1,5 m/s.

4) Condições de operação

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DAS PORTADAS

TIPO	CONDIÇÃO NORMAL Velocidade (m/s) (1)				CONDIÇÃO C/ RISCO Velocidade (m/s) (4)			
	1,0 (2) (3)	1,5	2,0	2,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Classe 16	16 2	16 2	12 2	12 3	20 2	20 2	16 3	16 3
Classe 12	12 2	12 2	8 2	8 2	16 2	16 2	12 2	12 3
Classe 08	8 2	8 2	4 2	4 2	12 2	12 2	8 2	8 2

Obs.: (1) Velocidade de deslocamento em relação à correnteza.
(2) Número classe calculado de acordo com o sistema de classificação estabelecido no Manual T5-277, 1º volume, 2ª parte, capítulo 2.
(3) Número de motores de popa para propulsão, com potência de 40 HP.
(4) A operação sob condição de risco indicada na tabela, pode causar deformação em componentes do equipamento, devendo ser realizada somente em situações táticas de emergência.

5) Tempo para construção

TEMPOS PREVISTOS PARA CONSTRUÇÃO DAS PORTADAS

TIPO DA PORTADA	TEMPO EM MINUTOS (1)	
	PARA EFEITO DE PLANEJAMENTO	PARA EFEITO DE TREINAMENTO (2)
Classe 16	45	35
Classe 12	35	25
Classe 8	30	20

Obs.: (1) Canteiro de trabalho preparado, com estradas de acesso prontas. Para trabalhos noturnos, o tempo deverá ser aumentado de 50 %.
(2) O tempo previsto para efeito de treinamento considera pessoal treinado, local e condições climáticas favoráveis e nenhum retardo devido a problemas técnicos de construção.

c. Ponte Leve

1) Existe a possibilidade de construção de Ponte Leve com o material da Portada Leve. O Manual Técnico *Military Floating Bridge Equipment*, TM 5-210, do Exército dos Estados Unidos, de agosto de 1970 e a Circular de Treinamento *Military Float Bridging Equipment*, TC 5-210, também do Exército Americano, de dezembro de 1988 fazem a previsão da utilização do material da Portada Tática Leve (*Ligh Tactical Raft* – LTR) para a construção de pontes leves.

2) Este emprego já foi testado em algumas organizações militares de Engenharia. Porém, deve-se ter cuidados específicos, pois algumas peças poderão ser danificadas, principalmente no embarque e desembarque de viaturas. Especiais cuidados devem ser tomados na ancoragem do material. É necessária a aprovação do escalão enquadrante para o emprego do material como Ponte Leve.

3) As pontes leves podem ser construídas pelo método dos pontões sucessivos ou pelo método das portadas sucessivas. O método dos pontões consiste em construir pontões em sitos distintos colocando um pontão sucessivo ao outro no eixo da ponte. O método das portadas sucessivas consiste em montar portada em sítios distintos e navegar as portadas para o eixo da ponte.

4) Cada equipagem permite a construção de cerca de 14 (quatorze) metros de ponte. Deve ser levado em consideração o comprimento de cada painel de rolamento (cerca de 3,5 metros). Cada equipagem possui quatro pares de painéis de rolamento (4 x 3,5 = 14 metros).

5) Na construção de pontes de até três equipagens (inclusive) pode-se empregar o efetivo de um pelotão de engenharia. Para pontes com mais de três equipagens pode-se empregar dois pelotões de engenharia.

6) Normalmente, empregam-se três sítios para a montagem da ponte leve (o sítio do eixo da ponte mais dois sítios).

7) Para o cálculo do material necessário utiliza-se a fórmula seguinte:

Nr de equipagens =	**Vão (metros)** **14**

8) Exemplo: Quantas equipagens serão necessárias para a construção de uma ponte leve com 50 metros?

Nr de equipagens =	**50** **14**	**= 3,57**

9) Serão necessárias cerca de quatro equipagens para a construção da ponte.

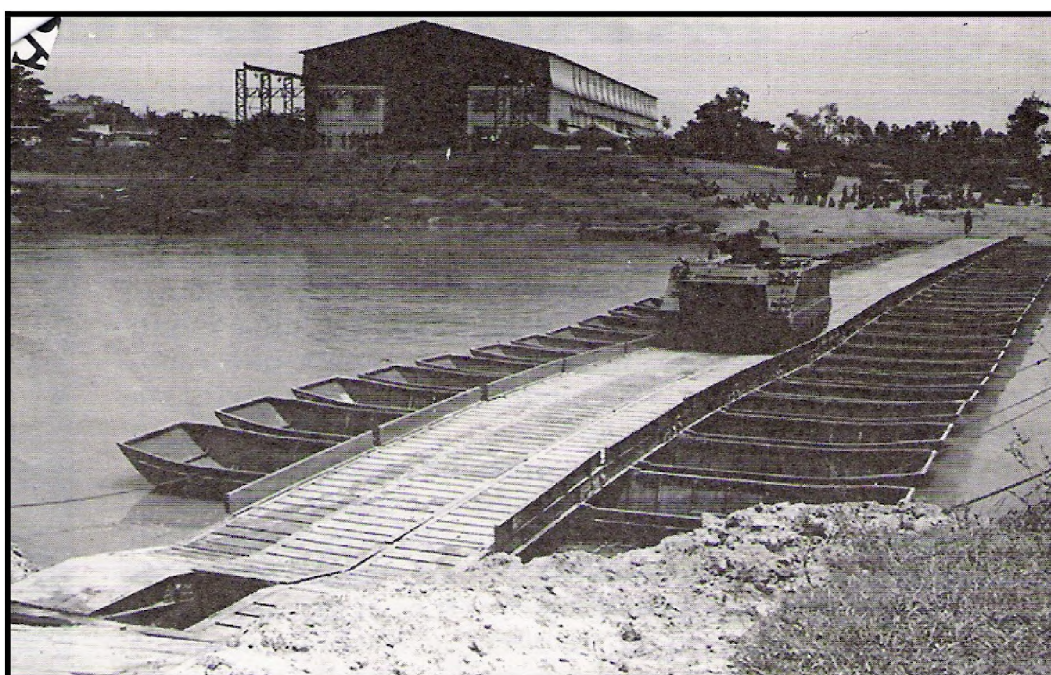



Figura 57. Emprego como Ponte Leve

Figura 58. Emprego como Ponte Leve

Figura 59. Emprego como Ponte Leve

d. Ponte de Pequenas Brechas

1) O Manual Técnico *Military Floating Bridge Equipment*, TM 5-210, do Exército dos Estados Unidos, de agosto de 1970, prevê a utilização de painéis de rolamento, rampas e painéis intermediários da Portada Tática Leve (*Light Tactical Raft* - equipamento norte-americano), como ponte de pequenas brechas.

3) A Circular de Treinamento *Military Float Bridging Equipment*, TC 5-210, também do Exército Americano, de dezembro de 1988, também prevê este emprego. É um método expedito para a utilização de material de ponte flutuante como ponte fixa. Este emprego ainda não foi autorizado pelo Exército Brasileiro.

5. OPERAÇÃO

a. <u>Construção de portadas</u>

1) Escolha do local de construção

a) Estradas de acesso

Devem ser curtas as estradas de acesso que ligam o local de construção à rede normal de estradas. Muitas vezes é necessário a construção antecipada de uma estrada de acesso na primeira margem, para preparação do canteiro de trabalho. O local de desembarque na 2ª margem, deve estar livre para a saída de viaturas da portada.

b) Correnteza

É desejável uma correnteza suave junto à margem, não superior a 0,5 m/s. A determinação do local num trecho reto ou ligeiramente curvo do rio é favorável.

c) Margens

Não devem ser muito altas ou escarpadas de modo a exigirem grande movimento de terra para a estrada de acesso. Devem ser suficientemente firmes para suportar as cargas.

d) Profundidade do curso de água

A profundidade junto à margem não deve ser inferior a 0,5 m para a construção e 0,7 m para a operação.

e) Leito do rio

O leito do rio deve ser livre de escombros, rochas, bancos de areia e outros obstáculos que possam interferir nos movimentos da portada.

2) Destacamento de trabalho

a) Organização

O destacamento de trabalho necessário para a construção de uma portada consiste de turma de transporte de botes, turma de transporte de painéis, turma de montagem e turma de amarras.

As turmas são comandadas por um oficial, sendo que a de transporte de botes e a de painéis são subdivididas em duas equipes - A e B - para propiciar uma distribuição mais homogênea dos homens nas diversas tarefas.

<u>TURMAS DE TRABALHO</u>

TURMAS	SARGENTOS	EQUIPE	SOLDADOS
Transporte de botes	**01**	**A** **B**	**08** **08**
Transporte de painéis	**01**	**A** **B**	**08** **08**
Montagem	**01**	**-**	**04**
Amarras	**-**	**-**	**04**
Total	**03**	**-**	**40**

b) Deveres das turmas de trabalho

a) Turma de transporte de botes

(1) Transporta os botes e lança-os no curso de água.

(2) Equipa os botes com estrados e pinos de conexão colocando os quatro distanciadores nos quatro primeiros botes.

(3) Faz a distribuição dos botes, conectados, para a turma de montagem, com exceção dos quatro primeiros.

(4) Auxilia a turma de amarras no giro da portada.

(5) Transporta os motores de popa e seus suportes, entregando-os à turma de montagem.

(6) Transporta e instala as âncoras e os remos.

(7) Transporta e instala os painéis intermediários antes do giro da portada.

Figura 60. Turma de transporte de botes

b) Turma de transporte de painéis

(1) Transporta os painéis de tabuleiro e auxilia a turma de montagem no seu posicionamento.

(2) Transporta e instala os articuladores e painéis de rampa.

(3) Transporta os painéis intermediários longos para a turma de montagem que os instala entre os painéis de rolamento.

(4) Transporta e instala os rodapés.

(5) Transporta e instala os painéis intermediários após o giro da portada.

(6) Auxilia a turma de amarras no embarque e desembarque de viaturas.

Figura 61. Turma de transporte de painéis

c) Turma de montagem

(1) Faz a conexão dos quatro primeiros botes, instala os distanciadores e faz a sua mudança de posição durante a construção da portada.

(2) Coloca os pinos de conexão dos painéis de tabuleiro.

(3) Instala os painéis intermediários durante a construção do tabuleiro da portada.

(4) Instala os motores de popa e seus suportes.

(5) Faz a troca de amarras nos botes, durante a construção da portada.

Figura 62. Turma de montagem

Figura 63. Turma de montagem

d) Turma de amarras

(1) Mantém a portada no seu eixo, durante a montagem

(2) Faz o giro da portada auxiliada pela turma de botes.

Figura 64. Integrante da turma de amarras

3) Construção

Antes de iniciar a construção da portada, o oficial que comanda as turmas através dos graduados, deverá fazer uma inspeção visual no material, de maneira a prevenir que nenhum resíduo de lama ou terra venha a prejudicar o encaixe dos componentes da equipagem.

A seqüência de procedimentos, a seguir descritas, para a construção da portada, poderá, a critério do oficial comandante sofrer modificações, desde que se verifique economia de tempo / e ou efetivo, sem prejudicar a segurança do pessoal envolvido na construção.

a) Construção da portada classe 16

(1) A turma de transporte de botes remove os dois primeiros botes do canteiro de trabalho ou do reboque, transporta-os a braço até a margem, à montante do local da portada, desvirando-os. A seguir são equipados com estrado, pinos de conexão e distanciadores; os dois homens da turma de amarras prendem o primeiro par de amarras nos botes e a turma de transporte de botes lança-os na água de maneira que os dois fiquem posicionados popa a popa.

Figura 65. Lançamento do primeiro par de botes na água

(2) A turma de montagem embarca dois homens, em cada bote, para realizar a conexão popa a popa; dois homens recolhem os pinos de conexão presos ao fundo e cruzam pernas sobre as popas dos botes de assalto, enquanto os outros dois soldados permanecem próximos à região da popa, travando os limitadores de painel na posição de abertura máxima. Os dois soldados responsáveis pela conexão encaixam inicialmente as partes superiores dos engates, uma em cada borda e por elas colocam os pinos de conexão até que estes atinjam os engates intermediários. A seguir os outros dois soldados deslocam-se para cada proa dos botes de assalto, enquanto que os outros dois soldados responsáveis pela conexão terminam de encaixar os pinos através dos anéis do engate inferior (o procedimento de deslocamento para a proa facilita a conexão). Estes procedimentos repetem-se para a conexão de todos os botes de assalto.

Figura 66. Conexão do primeiro pontão

(3) Simultaneamente ao trabalho de conexão dos botes, a turma de transporte de botes e dois soldados da turma de amarras, deixam mais dois botes prontos para a conexão e a turma de transporte de painéis posiciona dois painéis junto à margem.

(4) Logo que encerrada a conexão dos dois primeiros botes, formando o 1º pontão, é realizada a conexão de mais dois botes, para a formação do 2º pontão. Terminada a conexão, a turma de montagem instala dois distanciadores no 1º par de pontões. A seguir a turma de amarras o conduz para o local da construção da portada.

(5) Posicionados os dois primeiros pontões, a turma de transporte de painéis assenta sobre a borda do 1º pontão, o primeiro par de painéis de rolamento já preparados junto à margem. Os painéis são assentados no vão entre os limitadores, com o engate macho voltado para o curso de água e são empurrados até que a parte posterior da chapa rebitada do painel, em sua aresta inferior, tangencie a borda externa do 1º pontão.

Figura 67. Instalação do primeiro painel de rolamento

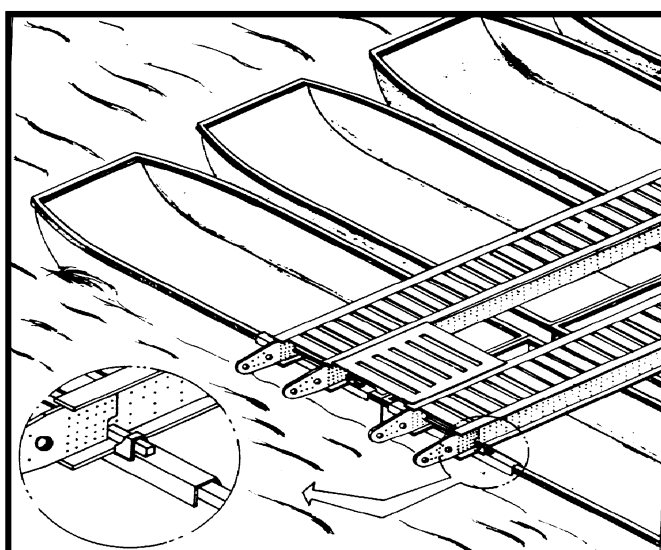



Figura 68. Posicionamento correto do primeiro par de painéis de rolamento

(6) Terminada a colocação do painel de rolamento, dois soldados da turma de transporte de painéis entregam um painel intermediário longo à turma de montagem, que o instala entre os painéis de rolamento para a manutenção do alinhamento e espaçamento entre as pistas. Os limitadores de painel, instalados nas bordas dos botes, são ajustados para a fixação dos painéis posicionados.

(7) O 3º pontão e os seguintes são preparados de modo idêntico aos dois anteriores, observando-se que a turma de transporte de botes, a partir deste momento, faz a conexão dos botes e entrega os pontões no local de construção da portada para a turma de montagem e amarras. O primeiro par de amarras, utilizadas no 1º pontão, é solto pela turma de montagem e preso no 3º pontão. O pontão é posicionado no eixo da portada e instalado o 2o. par de distanciadores.

(8) A turma de transporte de painéis, assenta outro par de painéis sobre a borda do novo pontão e o empurra no sentido de conectá-lo ao par já posicionado. Na conexão de cada painel, dois soldados da turma de montagem atuam sobre os pinos de conexão de painel, enquanto que a equipe que o transporta, empurra-o até que os furos existentes no engate macho coincidam com os furos existentes no engate fêmea. Dois painéis intermediários são instalados e os limitadores de tabuleiro ajustados.

(9) O 4º pontão é preparado e posicionado. O primeiro par de amarras do 3º pontão é solto e preso nesse pontão. O primeiro par de distanciadores é retirado e colocado entre o 3º e 4º pontões.

(10) O 5º pontão é preparado e posicionado. O primeiro par de amarras que estavam no 4º pontão é passado para o 5º pontão e permanece fixo, tal qual o segundo par de amaras no 2º pontão. O segundo par de distanciadores é preparado e colocado e colocado entre o 4º e 5º pontões.

11) A turma de transporte de painéis assenta o terceiro par de painéis, e se repetem as tarefas realizadas para o par anterior. Mais dois painéis intermediários são instalados.

(12) O 6º e último pontão é preparado e posicionado. O segundo par de distanciadores é retirado e colocado entre o 5º e 6º pontões.

(13) A turma de transporte de painéis, assenta o quarto e último par de painéis, e mais dois painéis intermediários são instalados.

Figura 69. Painéis de rolamento instalados

(14) Terminada a conexão do último painel a turma de transporte de painéis, procede as seguintes tarefas para cada extremidade de margem:

(a) Transporte e conexão rígida de uma seção de articulador com o painel de tabuleiro (equipe A);

(b) Transporte e conexão articulada de uma seção do articulador com a seção já instalada (equipe B);

Figura 70. Transporte dos articuladores

© Conexão articulada dos braços telescópicos entre as duas seções do articulador e ajuste para a inclinação desejada (equipe A);

(d) Transporte e conexão do painel de rampa (equipe B).

Figura 71. Instalação do painel de rampa

(15) Terminada uma extremidade, a equipe A da turma de transporte de botes instala o restante dos painéis intermediários, recolhe os distanciadores e a turma de amarras auxiliada pela turma de botes realiza o giro da portada.

Figura 72. Instalação de painéis intermediários

(16) A turma de transporte de painéis repete as tarefas realizadas no número 14 para a nova extremidade da margem.

(17) A equipe B da turma de transporte de painéis transporta e instala o restante dos painéis intermediários. A equipe A da turma de transporte de painéis transporta e instala os rodapés. A equipe A da turma de transporte de botes transporta os suportes de motor de popa e os motores de popa que são instalados pela turma de montagem e a equipe B transporta e instala as âncoras e os remos.

Figura 73. Instalação de rodapés

b) Construção da portada classe 12

A construção da portada classe 12 segue os mesmos procedimentos estabelecidos para a portada classe 16, com as seguintes alterações:

(1) São utilizados dez suportes flutuantes (cinco pontões);
(2) O quarto e último par de painéis de rolamento é colocado após o posicionamento do 5º pontão;
(3) Os distanciadores utilizados são do tipo classe 12.

c) Construção da portada classe 8

Segue os mesmos procedimentos da portada classe 16, com as seguintes observações:
(1) São utilizados oito suportes flutuantes (quatro pontões);
(2) São utilizados painéis de rolamento, painéis intermediários longos e rodapés em número de seis ao invés de oito.

Figura 74. Portada Leve Classe 8

4) Transporte do material

a) Uma equipagem completa é transportada em três viaturas ENGESA EE-25, 4x4 e três reboques 1 ½ t, cuja distribuição é a seguir relacionada:

(1) 1ª Viatura

Material	Quantidade
Painel de rolamento	**04**
Articulador completo	**02**
Motor de popa	**01**
Suporte do motor de popa	**01**
Tanque de combustível do motor de popa	**01**
Rodapé	**04**

(2) 2ª Viatura

Material	Quantidade
Painel de rolamento	**04**
Articulador completo	**02**
Motor de popa	**01**
Suporte do motor de popa	**01**
Tanque de combustível do motor de popa	**01**
Rodapé	**04**

(3) 3ª Viatura

Material	Quantidade
Painel de rampa macho	**02**
Painel de rampa fêmea	**02**
Painel intermediário longo	**08**
Painel intermediário curto	**04**
Braço telescópico	**08**
Motor de popa (reserva)	**01**
Suporte do motor de popa (reserva)	**01**
Tanque de combustível (reserva)	**01**
Peça de ancoragem	**02**
Estaca metálica	**20**
Cabo de aço com bobina	**01**
Marreta de 5 Kg	**02**
Martelo de borracha	**02**
Croque	**04**
Calço para viatura	**08**
Cabo de sisal de 25 metros	**04**
Conjunto transportador acondicionado na caixa	**01**
Distanciador	**12**

(4) Material para os três reboques

Material	Quantidade Total	Quantidade por reboque
Suporte flutuante c/ estrado	**12**	**04**
Âncora	**06**	**02**
Cabo de âncora	**06**	**02**
Suporte do motor de popa	**01**	*** somente num reboque ***
Saco de lona c/ nove remos	**12**	**04**
Cabo de sisal de 15 metros	**12**	**04**
Salva-vidas	**21**	**07**

Figura 75. Exemplo de transporte de material de Portada Leve, entre outros

5) Navegação de portadas

a) Para o embarque e desembarque das viaturas o apoio das rampas sobre o solo no encontro com as margens deve ser firme e ter no mínimo 0,5 m de largura. Se o terreno apresentar tendência de ceder com o peso das viaturas, as margens devem ser previamente preparadas com pranchões de madeira para melhor distribuição do peso sobre o solo. Se um apoio de margem ceder, o 1º pontão sofrerá afundamento excessivo, podendo haver entrada de água, sobrecarga no equipamento e colapso da portada.

b) Quando um motorista chegar ao local de embarque deve receber as seguintes instruções:

(1) usar marcha reduzida e tração em todas as rodas;

(2) entrar e posicionar a viatura sobre a portada devagar e em marcha constante, evitando acelerações ou paradas bruscas, até que as rodas da viatura encostem nos calços;

(3) deixar os freios acionados e o motor funcionando durante toda a travessia;

(4) permanecer na sua posição junto ao volante;

(5) sair, após atracação na margem oposta, mediante ordem, arrancando devagar, assim que removidos os calços das rodas, e dirigindo em marcha constante até o completo desembarque.

Advertência: Os rodapés das portadas têm por finalidade servir de guia-rodas para motoristas durante a entrada, posicionamento e saída de viaturas tem capacidade de absorver pequenos encontros com rodas e lagartas, não servindo como defesa para maiores impactos. Deve-se ter o máximo de cuidado na orientação dos motoristas para que evitem choques diretos contra os rodapés.

Figura 76. Exemplo de embarque de viatura em Portada Leve

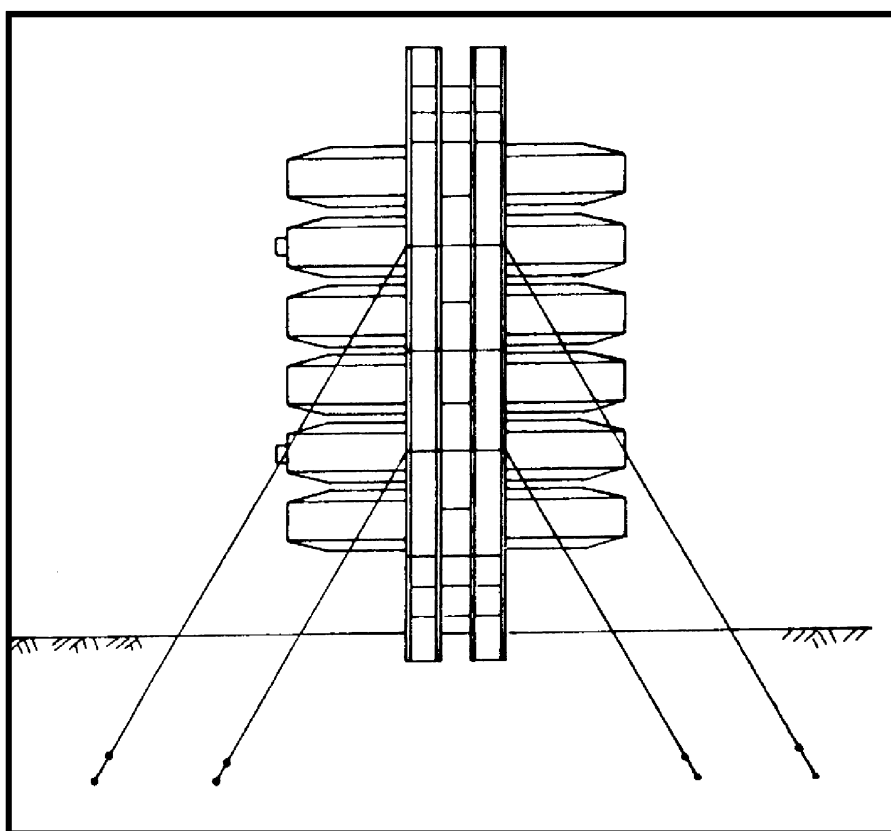



Figura 77. Posicionamento da Portada Leve para embarque de viatura

Figura 78. Exemplo de desembarque de equipamento em Portada Leve – trator de esteira

6) Destacamento de travessia

a) O destacamento de travessia de uma portada é constituído por um grupo de engenharia, comandado por um sargento.

7) Constituição e deveres do destacamento de travessia

DESTACAMENTO DE TRAVESSIA

TURMA	Cb / Sd	DEVERES
Amarras	**02**	**a) Operam as amarras da portada no embarque e desembarque das viaturas b) Durante a navegação ficam em condições de lançar âncoras caso falhe o sistema de navegação.**
Calços	**02**	**a) Colocam e retiram os calços das rodas das viaturas b) Durante a navegação apoiam a turma de manobra**
Pilotos	**02**	**a) Pilotam os motores de popa instalados, sob orientação do sargento**
Auxiliar do piloto	**02**	**a) Apoia a turma de pilotos b) Fica em condições de operar, caso instalado na portada, o motor de popa reserva.**
Manobra	**03**	**a) Dois soldados da turma apoiados pelos dois soldados da turma de calços operam os cabos de manobra. b) O outro soldado prende o cabo de tração, na ábita do pontão mais central, ficando em condições de tesá-lo/solecá-lo.**

Figura 79. Exemplo de destacamento de travessia de Portada Leve

8) Navegação com motor de popa

a) Com as amarras tesadas, os motores de popa em marcha avante e funcionando em baixa rotação, a portada estará pronta para carregamento e posterior navegação.

b) Logo que a viatura entrar na portada e sua parte dianteira forçar a rampa contra o apoio na margem, acelerar os motores de popa para equilíbrio da portada contra a correnteza.

c) Após a viatura embarcar completamente na portada, a turma de amarras salta para o interior da equipagem.

d) Com a viatura posicionada para a travessia, colocar os calços de rodas.

e) Após a desatracação, manobrar a portada com o emprego dos motores até formar um ângulo de ataque. Este ângulo permite o controle do deslocamento no sentido do curso de água, e do deslocamento no sentido da margem oposta. A medida do ângulo depende da velocidade da correnteza, impulso dos motores e velocidade de travessia.

f) Quando a portada estiver bem próxima da 2ª margem, a turma de amarras salta e prende as amarras em pontos de amarração naturais ou estacas metálicas.

g) Equilibrar a portada, com os motores de popa, contra a correnteza até que as amarras estejam tesadas.

h) Remover os calços de rodas, desembarcar a viatura, seguindo a orientação da margem, saindo devagar e em marcha constante.

i) Durante o desembarque, permanecer com os motores de popa com marcha avante e funcionando em baixa rotação.

Figura 80. Exemplo de navegação com motor de popa de Portada Leve - viatura de pontes

Figura 81. Exemplo de navegação com motor de popa de Portada Leve – VBR Cascavel

Figura 82 Exemplo de navegação com motor de popa de Portada Leve – VBTP M113

Figura 83. Exemplo de navegação com motor de popa de Portada Leve – viatura ambulância

Figura 84. Exemplo de navegação com motor de popa de Portada Leve – viatura 5 toneladas

Figura 85. Exemplo de navegação com motor de popa de Portada Leve – viatura 2 ½ toneladas com cisterna

9) Navegação retida

a) Generalidades

(1) A navegação retida é utilizada para travessia de curso de água, quando a correnteza for superior a 1,5 m/s.

(2) Utiliza o princípio do transportador de roldanas, que se desloca sobre um cabo-guia através de duas roldanas e da força propiciada pela correnteza de um curso de água.

b) Operação

Todas as operações descritas na navegação com motor de popa são aplicáveis a navegação retida, excetuando-se as manobras realizadas com o motor de popa, que são substituídas pelos cabos de manobra. A operação do sistema deve ser complementada com as seguintes instruções:

(1) Inicialmente a turma de manobras executa as seguintes operações antes da navegação da portada:

(a) coloca o transportador de roldanas no cabo-guia;

(b) coloca as patescas com os cabos de manobra e cabo de tração;

© ajusta o comprimento dos cabos, dando maior chicote para o cabo de manobra anterior;

(d) passa a ponta do cabo de tração pela ábita do 3º pontão ajustando o comprimento do mesmo e amarra-o;

(e) fica em condições de operar a portada.

(2) Com a equipagem carregada e antes da desatracação, colocar a portada em ângulo de ataque com o sentido da correnteza, através dos cabos de manobra;

(3) Fazer ao largo utilizando-se dos croques caso a correnteza do rio junto à margem, seja insuficiente para impulsionar a portada;

(4) Controlar a velocidade de travessia ajustando o ângulo de ataque até o máximo de 45°.

c) Emprego de motores

Quando a correnteza for insuficiente para impulsionar a portada, motores de popa podem ser instalados tanto para aumentar quanto para evitar flutuações de velocidade, além de permitir melhor controle nas manobras da portada.

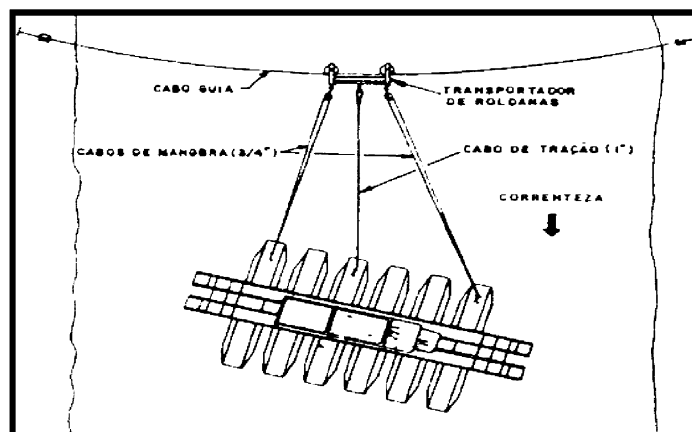



Figura 86. Navegação retida

10) Navegação com embarcação de manobra

a) Poderão ser empregadas uma ou duas embarcações de manobra, dependendo da correnteza, para a navegação de portadas leves. Deve-se ter o cuidado de serem realizadas as amarrações necessárias para que as condições de segurança sejam plenas.

Figura 87. Navegação poderá ser realizada com embarcação de manobra

11) Escola de navegação

a) Os oficiais e, principalmente, os graduados (sargentos) deverão estar capacitados e familiarizados com os comandos, procedimentos de embarque / desembarque de viatura, procedimentos de navegação a motor e navegação retida e as regras de segurança para emprego de portada leve. É necessário o adestramento contínuo, inicialmente em lagos de pontagem e, posteriormente em rios com correnteza. Os procedimentos durante à noite ou com pouca luminosidade também devem ser realizados. O lançamento de âncoras e a possibilidade de manobras utilizando croques e remos devem ser treinados.

b) Para este tipo de capacitação sugere-se a realização de uma oficina denominada “Escola de Navegação”, onde os graduados (sargentos) realizarão uma prática dos ensinamentos com os destacamentos de travessia.

c) Para padronização de procedimentos utilizados durante a navegação, sugere-se a utilização de memento de navegação, o qual deverá ser difundido e distribuído entre os oficiais e graduados.

d) Os gestos utilizados devem ser bem definidos e treinados, juntamente com os pilotos de motor de popa.

Figura 88. Exemplo da oficina “Escola de Navegação” em lago de pontagem

Figura 89. Exemplo da oficina “Escola de Navegação” em rio com correnteza

Figura 90. Memento de navegação de portada

12) Embarcação de segurança

Durante todos os trabalhos de pontagem e navegação de portada leve deverá estar presente a equipe de segurança, corretamente aparelhada e constituída com bote, em condições de prestar o socorro imediato necessário.

Figura 91. Presença constante da equipe de segurança com embarcação

Figura 92. Exemplo de embarcação de segurança

6. MANUTENÇÃO

a. Manutenção de 1º Escalão

1) Inspeção do material

Todos os componentes e acessórios da Portada Leve, devem ser inspecionados visualmente antes, durante e após a operação com a equipagem. Se for identificada qualquer avaria relacionada nos itens a seguir, o material deve ser substituído e posteriormente encaminhado para manutenção de acordo com o nível de atribuição.

a) Bote

(1) rebites das chapas faltando ou frouxos;

(2) limitador do painel com deformações que impeça o seu movimento no seu alojamento existente na borda do bote;

(3) engate superior, intermediário ou inferior, desalinhado, impedindo a colocação do pino de conexão dos botes;

(4) pino de conexão dos botes com trincas ou empenamentos que impeça a sua introdução nos engates do bote, do qual faz parte; neste caso substituir o pino;

(5) chapa do bote furada ou com empenamento pronunciado forçando o deslocamento das cavernas;

(6) vazamento nos botes.

b) Painel de rolamento, articulador e rampa

(1) dificuldade de colocação dos pinos de conexão, nos orifícios que fazem a ligação das peças;

(2) engate macho ou fêmea de qualquer painel, articulador ou rampa, apresentando deformação, fechamento ou abertura acentuada, visível a olho nu;

(3) rebites dos perfis faltando ou frouxos;

(4) perfis ou soldas com trincas.

c) Acessórios

(1) Peças de madeira

(a) empenadas, trincadas ou com presença de fungos

(2) Cordame de sisal e polietileno na cor verde

(a) apresentando desfiamentos ou com deterioração

(3) Cabos de aço

(a) descochados, com cocas ou corroídos;

(b) diâmetro dos pontos gastos, que geralmente se encontram nas partes achatadas e brilhantes dos cabos, tiverem sofrido uma redução de um quarto ou mais;

© 4% de seus fios apresentarem ruptura, na extensão equivalente a uma cocha do cabo;

(d) três fios partidos num cordão de um cabo 6 x 7, seis fios partidos num cordão de um cabo de 6 x 19, ou nove fios partidos num cordão de um cabo de 6 x 37.

(4) Conjunto-transportador

(a) roldanas emperradas, impedindo o funcionamento do transportador;

(b) talha de alavanca com elos da corrente deformada ou com caixa de engrenagens presa.

2) Manutenção para armazenagem

a) Bote

(1) Devem ser retirados os estrados e toda a água embarcada que fica acumulada no seu interior. Devem estar completamente secos, isentos de lama ou qualquer outra sujeira.

(2) Os limitadores de painel, instalados em cada bote, por trabalharem com tolerância muito justa no seu alojamento devem sofrer limpeza individual de maneira a deslizarem normalmente sobre o perfil reforçado da borda do bote. Se necessário, usar jato de ar para secar as partes em contato.

Figura 93. Manutenção de bote de Portada Leve

b) Painel de rolamento, articulador e rampa

(1) As trilhas por onde trafegam as viaturas devem permanecer livres de água, lama, areia, terra, pedregulho e outros materiais estranhos.

(2) Os engates fêmea e furos de toda superestrutura devem ser limpos, após a retirada de toda a sujeira acumulada, com uma estopa, de maneira que não fique nenhum resíduo que possa prejudicar o encaixe do engate macho / fêmea dos componentes ou a introdução dos pinos de conexão.

(3) O dispositivo de travamento dos diversos pinos de conexão com mola de pressão devem sofrer limpeza e verificação individual; caso o parafuso que fixa o dispositivo ao painel esteja frouxo, reapertá-lo sem pressão excessiva.

(4) As alças rebatíveis devem girar livremente e os parafusos que fixam a chapa de apoio das alças do painel reapertados se estiverem frouxos.

c) Acessórios

(1) Peças de madeira

(a) Após o uso devem ser lavadas, enxugadas e sobre elas passado óleo de linhaça ou produto similar, com uma estopa ou trinca.

(2) Cabos de sisal e polietileno na cor verde

(a) Devem ser lavados e secados à sombra;

(b) Se os cabos de sisal permanecerem muito tempo expostos ao tempo ou água, após a sua secagem devem ser untados com substâncias gordurosas, tais como cera/sebo.

(3) Cabos de aço

(a) Deve ser limpo e lubrificado antes de ser enrolado na bobina de madeira. É recomendada a sua identificação.

(4) Conjunto transportador

(a) A talha de alavanca e o transportador de roldanas devem ser limpos e receber graxa nos pontos de lubrificação existentes no equipamento.

3) Armazenagem

A armazenagem de todos os componentes e acessórios da Portada Leve deve ser feita em local coberto e ventilado.

Todos os componentes, por serem de liga de alumínio, devem dentro do mesmo local de armazenamento ficar separados dos acessórios da equipagem ou outras equipagens cuja matéria-prima não seja alumínio.

Para que o material tenha significativo aumento da vida útil, as seguintes regras de armazenagem devem ser seguidas:

a) Bote

(1) Empilhamento máximo de quatro unidades sem os estrados.

(2) Para evitar o contato direto com o solo e sobrecarga, o primeiro bote deve ser apoiado em três linhas de pranchões, duas nas extremidades e uma central.

(3) Cada bote apoia-se no imediatamente inferior através da madeira de empilhamento existentes nos mesmos. O encarregado da armazenagem deve certificar-se de que o contato entre cada bote é feito exclusivamente madeira / madeira e não alumínio / alumínio.

(4) No transporte para armazenagem, carga ou descarga, não arrastar o bote sobre o solo ou sobre outro bote.

b) Painel de rolamento

(1) Empilhamento máximo de quatro unidades.

(2) Colocação de três linhas de pranchões, duas nas extremidades e uma central, no primeiro painel.

(3) Alças de transporte na vertical.

(4) Pinos de conexão introduzidos nos furos.

c) Articulador
(1) Empilhamento individual.
(2) Parte reta (pista de rolamento) voltada baixo.
(3) Apoio sobre duas linhas de pranchões.
(4) Alças de transporte na vertical.
(5) Pinos de conexão introduzidos nos furos.

d) Painel intermediário
(1) Empilhamento máximo de quatro unidades.
(2) Apoio sobre duas linhas de pranchões.

e) Rodapé
(1) Empilhamento individual.
(2) Apoio sobre três linhas de pranchões.

f) Acessórios
(1) Todos os acessórios devem ser armazenados, da mesma forma que os componentes, sobre pranchões ou qualquer outro dispositivo de madeira.
(2) Os estrados, no empilhamento, não devem exceder a altura de 1,50 m, e guardados na posição horizontal.

Figura 94. Exemplo de pintura camuflada de Portada Leve

Figura 95. Viatura cinco toneladas com reboque de Portada Leve - adaptação

7. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Exército Brasileiro. **Dados de Planejamento Escolar.** Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. Rio de Janeiro: ESAO, 1994.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Emprego da Engenharia.** A Engenharia na Transposição de Curso de Água. Manual de Campanha C5-1. Brasília: EGGCF, 1986.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Portada Leve. Lição Peculiar de Engenharia. Pontes.** Curso de Preparação da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. Rio de Janeiro: ESAO, 1993.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Portada Leve. Operação e Manutenção. Manual Técnico, T5-272.** Brasília: EGGCF, 1989.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Portada Leve.** Boletim Técnico da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: EGGCF, nº 16, P. 25-41, 1989.

BRASIL. Exército Brasileiro**. Vade-Mecum de Engenharia, C 5-34.** Brasília: EGGCF, 1983.

BRASIL. Ministério da Defesa**. Manual de Abreviaturas, Siglas, Símbolos e Convenções Cartográficas das Forças Armadas, MD 33-M-02.** Brasília: MD, 3ª edição, 2008.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Portada Leve**. Transposição de Cursos de Água. Curso de Engenharia da Academia Militar das Agulhas Negras. Resende: Acadêmica, 1995.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Portada Leve**. Pontes Leves e Pesadas. 1998.

US ARMY. **Combat Engineer Systems Handbook.** Fort Leonard Wood, Missouri, USA: US Army Engineer School, 1990.

US ARMY. **Engineer Field Data. FM 5-34.** Washington, DC: 1987.

US ARMY. **Military Floating Bridge Equipment**. **TM 5-210**. Bridge Floating: Raft Section, Light Tactical. Washington, DC: 1970.

US ARMY. **Military Float Bridging Equipment**. **TC 5-210**. Training Circular, Light Tactical Rafts and Bridges. Washington, DC: 1988.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

PONTE DOBRÁVEL FLUTUANTE
RIBBON BRIDGE FSB- EWK

1. INTRODUÇÃO

A família de pontes do tipo fita teve origem na década de 60 na Ponte Plitniy Mostoroj Park (PMP), versão aço adotada pela Rússia (URSS). Foi empregada, com sucesso, pela primeira vez, pelas forças egípcias na travessia do Canal de Suez, em 1973.

Na década de 70 a genialidade do projeto foi reconhecida internacionalmente e serviu de base para a elaboração da Ponte Ribbon Bridge, na versão alumínio e de fabricação norte-americana.

Posteriormente a OTAN adotou a Ponte FSB, um sistema semelhante na versão alumínio.

Apresentamos um modelo alemão, fabricado pela EWK – EISENWERKE KAISERSLAUTERN GOPPNER GMBH, adquirido pelo Exército Brasileiro e distribuído a algumas Organizações Militares de Engenharia de Combate na década de 90.

A Ponte Dobrável Flutuante é um sistema altamente moderno para superar rios obstáculos, com rapidez e simplicidade. Pode ser lançada num prazo dez vezes menor e com apenas um quinto do pessoal necessário para as outras pontes em uso.

O referido equipamento encontra-se em serviço na Alemanha, Canadá, Turquia, Austrália, Suécia, Nigéria, Singapura, Bélgica, Portugal e Brasil.

Figura 1. Portada Ribbon Bridge FSB - EWK

2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

a. Generalidades

1) O sistema é previsto para a construção de pontes flutuantes e portadas e consiste de unidades modulares de rampa e central.

2) Cada módulo é dobrado em forma de "W" e é transportado em viatura militarizada para 7 ton em qualquer terreno. Cada módulo ao ser lançado da viatura para a água, desdobra automaticamente e flutua. A montagem de pontes e portadas é realizada com o auxílio de embarcações de manobra.

3) Caso a Ponte Dobrável Flutuante não tenha sido ancorada, necessita ser mantida em posição pela ação das embarcações de manobra.

4) As pontes e portadas são constituídas de dois módulos de rampa e de variável número de módulos centrais. O sistema possui uma largura de 3,7 m com dois espaços destinados à passagem de pedestres, cada um com 1,2 m.

5) A ponte permite a travessia de veículos Classe 60, em condições normais.

6) Uma portada de três módulos (um central e dois de rampa), pode suportar veículos até Classe 24 e uma portada de quatro módulos (dois centrais e dois de rampa), veículos até Classe 50.

7) Um sistema hidráulico inclina o módulo de rampa até 1,8 m a fim de permitir seu apoio à margem do rio.

8) Uma equipagem consiste de:

a) 30 unidades Módulo Central (Seção Interior)
b) 12 unidades Módulo de Rampa (Seção de Rampa)
c) 42 unidades Viatura Transporte de Ponte (com plataforma especial)
d) 14 unidades Embarcação de Manobra
e) 14 unidades Reboque

9) Uma equipagem com 30 módulos centrais, 12 módulos de rampa, dotada de um conjunto de acessórios para montagem, permite a construção de seis portadas ou uma ponte com 212 m de comprimento.

Figura 2. Portada Ribbon Bridge FSB - EWK

3. CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES

a. Módulo Central ou Módulo Interior

1) Cada módulo consiste de dois pontões internos que formam o tabuleiro e dois pontões externos, fabricados de liga especial de alumínio. Um sistema de dobradiças permite a abertura do módulo, que ao serem travadas asseguram rigidez ao sistema quando em uso. O mecanismo de desdobramento permite a abertura dos quatro pontões simultaneamente. Cabos de aço movimentam alavancas abrindo os pontões centrais, que por sua vez colocam os pontões externos em posição. Uma vez desdobrados é firmado através do tabuleiro e travado pontão a pontão.

2) Um cabo de aço é retesado longitudinalmente no interior do piso metálico de cada pontão. Conectores de aço tipo macho e fêmea foram firmemente soldados nas extremidades dos pontões. O trancamento dos conectores prevê uma união rígida entre os pontões. Ambos, conectores e cabos de aço, recebem uma carga, quando o módulo é carregado, de aproximadamente 170 ton. As cargas verticais são absorvidas pelo piso. Os dois pontões, que unidos formam o tabuleiro, são internamente subdivididos em dois compartimentos. Os pontões externos aumentam a flutuabilidade do módulo. Tabuleiro e passadiço para pedestre têm um acabamento superficial anti-derrapante.

3) Cada módulo possui quatro fixadores onde cabos ou cargas podem ser presos.

4) Os módulos podem ser aero-transportados.

DADOS TÉCNICOS DO MÓDULO CENTRAL

Comprimento útil	**6,70 m**
Largura desdobrado	**8,12 m**
Largura da via (com espaçamento adicional de Segurança)	**4,10 m**
Largura dobrado	**3,23 m**
Altura desdobrado	**1,25 m**
Altura dobrado	**2,35 m**
Peso total	**5450 Kg**

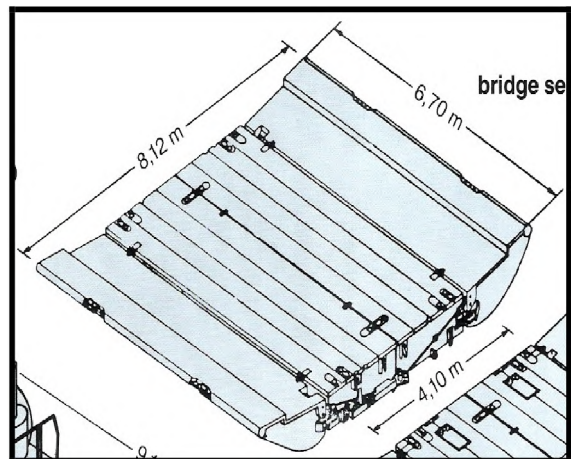



Figura 3. Módulo central

b. <u>Módulo de Rampa</u>

1) O mecanismo de desdobramento assegura a abertura simultânea dos quatro pontões. No ato de desdobramento dos pontões de via, os cabos, atuando em alavanca, empurram os pontões externos para fora. Uma vez desdobrado o módulo é firmado através do tabuleiro e travado pontão a pontão.

2) A parte final do módulo de rampa é afilada e reforçada para prevenir danos pelo tráfego de veículos, quando apoiada na margem.

3) Um cabo de aço é retesado longitudinalmente na parte interna da chapa metálica de fundo. Conectores tipo macho e fêmea são presos somente no lado mais baixo do módulo de rampa. Por meio de macacos hidráulicos, posicionados entre os conectores e o cabo de aço, torna-se possível a elevação do módulo de rampa a fim de ajustá-lo à margem do rio.

4) Cada módulo de rampa é equipado com duas bombas hidráulicas operadas manualmente, montadas sobre um console abaixo do piso dos pontões do tabuleiro. Escotilhas de inspeção permitem o acesso às bombas. As bombas atuam sobre os pistons de dois cilindros hidráulicos, os quais, inclinam o módulo de rampa até cerca de 1,8 m. Uma alavanca de controle, presa às bombas, controla a execução da operação hidráulica. O líquido hidráulico é solúvel em água de tal forma a não poluir o meio ambiente em caso de vazamento.

5) Há um porão em cada pontão do módulo de rampa. Os porões são subdivididos por comportas. Os pontões centrais formam o tabuleiro. Em cada extremidade afilada há uma placa dobrável para permitir o trânsito do veículo da margem para a rampa.

6) Os pontões externos aumentam a flutuabilidade do módulo e seu piso destina-se ao passadiço para pedestre.

7) Cada módulo de rampa possui quatro fixadores onde cabos e cargas podem ser presos.

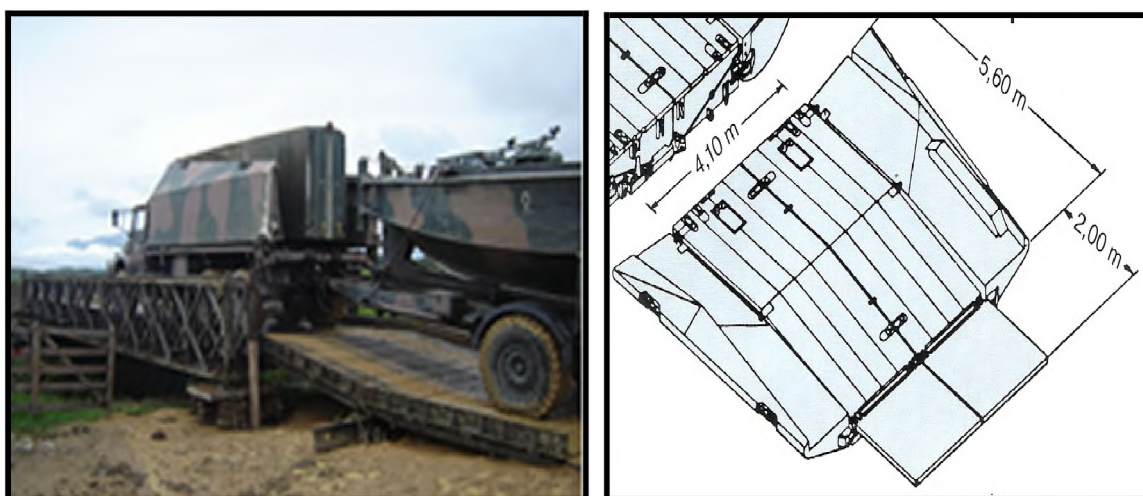



Figura 4. Módulo de rampa

DADOS TÉCNICOS DO MÓDULO DE RAMPA

Comprimento (sem as placas de aproximação)	**5,60 m**
Comprimento útil (com as placas de aproximação)	**7,60 m**
Largura desdobrado	**8,12 m**
Largura do tabuleiro	**4,10 m**
Largura dobrado	**3.20 m**
Altura desdobrado	**1,20 m**
Altura dobrado	**2,40 m**
Peso da placa de aproximação	**200 Kg**
Peso total	**5660 Kg**

c. Viatura Transporte de Ponte

1) Cada módulo central e de rampa é transportado em viatura de transporte especial. Essas viaturas equipadas com uma aparelhagem de lançamento e recolhimento especial, consistindo de uma plataforma com quatro roletes, usados para o apoio do módulo. Após terem sido feitas as liberações necessárias ao desdobramento, o módulo desliza – controlado ou não controlado – sobre os roletes e adentra a água.

2) Os módulos centrais são recolhidos pela ação de um guindaste operado hidraulicamente e pela ação do guincho também operado hidraulicamente.

3) Em margens íngremes os módulos centrais podem ser lançados utilizando o guindaste.

4) As embarcações de manobra transportadas em reboques especiais de eixo simples são tracionadas pela viatura transportadora. As embarcações de manobra são lançadas e recolhidas do reboque por um cabo de guincho operado hidraulicamente a partir da viatura transportadora.

Figura 5. Um exemplo de viatura transporte de ponte

d. Reboque

1) O equipamento possui um sistema hidráulico acionado pela viatura que realiza o basculamento a fim de realizar o lançamento e recolhimento da embarcação de manobra.

Figura 6. Reboque com embarcação de manobra

e. Embarcação de Manobra

1) A função da embarcação de manobra é fazer o transporte dos módulos na montagem / desmontagem e na operação de pontes/portadas.
2) Pode ser utilizada na ancoragem de pontes.

Figura 7. Embarcação de manobra

f. Acessórios e Ferramentas

1) Conjunto de acessórios e ferramentas necessários à montagem e operação de portada de quatro módulos.

ACESSÓRIOS E FERRAMENTAS PARA MONTAGEM

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE
Placa de ancoragem	4
Estaca	20
Estaca de ancoragem	2
Extrator	2
Caixa contendo aparelho de força (3000 Kg) com acessórios	8
Macacão com bota	Opcional
Cabo de poliamida (18mm x 30 m), com olhal para emenda	2
Cabo de poliamida (10mm x 7,4 m), com olhal para emenda	4
Salva-vidas	Opcional
Algema A6, DIN 82 101	2
Algema A3, DIN 82 101	4
Pá de bico	Opcional
Picareta	Opcional
Martelo com cabo (5 Kg)	Opcional
Cabo de aço, fio simples (12 mm x 40 m), c/ olhal para emenda	2
Kit de reparos para vedar vazamentos	2
Luvas	Opcional
Vassourão com cerdas de plástico, sem cabo	Opcional
Cabo de madeira para vassourão	Opcional
Prendedor com olhal	2
Caixa contendo aparelho de força (1500 Kg) com acessórios	4
Engrenagem do aparelho de força, cabos múltiplos	2
Defletor	4
Poste duplo de amarração	4
Cabo do mecanismo de dobragem (pontão do módulo central)	4
Cabo do mecanismo de dobragem (pontão do módulo de rampa)	4
Vasilhame de 10 l para fluído hidráulico	2
Bomba centrífuga auto-escorvada	1
Mangueira de sucção (4 m)	1
Mangueira de recalque (6 m)	1
Croque	4
Conjunto especial consistindo de: - Bomba hidráulica manual - Equipamento de teste de vazamento - Caixa com cadeado-	1
Todos os itens são transportados nas viaturas	

ACESSÓRIOS E FERRAMENTAS PARA OPERAÇÃO

ESPECIFICAÇÃO	QTD
Engate (1)	2
Elemento de ligação (1)	8

Ribbon Bridge FSB – EWK - 8

Dispositivo auxiliar de ligação	**2**
Alavanca manual, extensível	**4**
Algema A 2, DIN 82 101 (1)	**4**
Pé-de-cabra (2)	**4**
Chave de parafuso – T grande (2)	**4**
Pino-chave (3)	**4**
Chave de duas bocas (3)	**8**

(1) Acondicionado na caixa do módulo de rampa
(2) –Acondicionado na parte superior da viatura
(3) –Acondicionado na caixa de acessórios da viatura

Figura 8. Maquete de Portada Ribbon Bridge

4. OPERAÇÃO

a. Lançamento Livre

1) Por este método simples, o módulo desliza da viatura, adentra a água e desdobra automaticamente.

REQUISITOS PARA LANÇAMENTO LIVRE

Profundidade tomada a uma distância horizontal de 4 m a partir da retaguarda da viatura em direção do leito do rio	**1,20 m**
Profundidade mínima para abertura do módulo	**0,60**
Altura de queda máxima do módulo	**0,80**
Velocidade da correnteza	**2,7 m/s**
Inclinação longitudinal máxima	**20 %**
Inclinação lateral máxima	**5 % (+- 15 cm)**
Terreno	**Bom suporte**

OPERAÇÕES PARA LANÇAMENTO LIVRE

NR	OPERAÇÃO
01	Encostar na margem com a viatura ligada e tração 6 x 6
02	Calçar as rodas da viatura
03	Abrir a trava traseira
04	Destravar as 6 alavancas no módulo central (3 no módulo de rampa)
05	Ligar a bomba hidráulica
06	Retirar o cabo de aço do módulo
07	Abrir a trava manual da trava hidráulica
08	Acionar a alavanca da trava hidráulica
09	Sendo a inclinação suficiente, o módulo descerá pelo plano inclinado, caso contrário deverá levantar a lança do guindaste
10	O módulo abrirá automaticamente pela ação dos cabos e molas
11	Travar o módulo acionando as alavancas amarelas (4 no módulo central e 2 no de rampa)
12	A embarcação de manobra encostará no módulo e será travada pelo cabo de aço
13	Fechar o piso utilizando a trava de trancamento, num total de 4 no módulo central e 2 no de rampa.
14	Unir os módulos utilizando a trava de trancamento e os dois pinos de ligação através da chave "T"
15	A parte de rampa possui um sistema hidráulico que regula a altura de até 1,8 m, utilizando a bomba hidráulica
16	Na conexão dos módulos uma embarcação de manobra fica com a Prtd que está sendo montada e a outra embarcação é utilizada no transporte dos outros módulos
17	Na operação de Prtd utilizam-se duas embarcações, sempre a jusante

Figura 9. Lançamento livre

Figura 10. Lançamento livre

Figura 11. Lançamento livre

b. Lançamento Controlado

1) Se a margem for tão íngreme que a viatura não possa adentrar a água para lançar o módulo e, no caso de não ser obtida as condições citadas no ítem anterior, a seção é arriada sob total controle com o auxílio do cabo de aço que integra o guindaste hidráulico da viatura.

REQUISITOS PARA LANÇAMENTO CONTROLADO

Profundidade tomada a uma distância horizontal de 4 m a partir da retaguarda da viatura em direção do leito do rio	**Inferior a 1,20 m**
Profundidade mínima para abertura do módulo	**0,60**
Altura máxima de lançamento	**1,80**
Velocidade da correnteza	**2,7 m/s**
Inclinação longitudinal máxima	**20 %**
Inclinação lateral máxima	**5 % (+- 15 cm)**
Terreno	**Bom suporte**

OPERAÇÕES PARA LANÇAMENTO CONTROLADO

NR	OPERAÇÃO
01	**Encostar na margem com a viatura ligada e tração 6 x 6**
02	**Calçar as rodas da viatura**
03	**Abrir a trava traseira**
04	**Destravar as 5 travas no módulo central (2 no módulo de rampa)**
05	**Colocar o pino com a corda na alavanca inferior dianteira**
06	**Ligar a bomba hidráulica**
07	**Abrir a trava manual da trava hidráulica**
08	**Acionar a alavanca da trava hidráulica**
09	**Acionar a alavanca que solta o cabo de aço**
10	**Sendo a inclinação suficiente, o módulo descerá pelo plano inclinado, caso contrário deverá levantar a lança do guindaste**
11	**Quando a metade do módulo estiver fora da viatura, destravar a trava traseira da viatura**
12	**Deslizá-lo até que o módulo fique preso na trava traseira**
13	**Retirar o cabo de aço do retorno no módulo**
14	**Levantar a lança até a vertical e içar o módulo até sair da trava**
15	**Abrir o ângulo até o máximo e descer o módulo**
16	**Afastado de a viatura puxar a corda com o pino e o módulo abrirá.**
17	**Travar o módulo acionando as alavancas amarelas (4 no módulo central e 2 no de rampa)**
18	**A embarcação de manobra encostará no módulo e será travada pelo cabo de aço**
19	**Fechar o piso utilizando a trava de trancamento, num total de 4 no módulo central e 2 no de rampa.**
20	**Unir os módulos utilizando a trava de trancamento e os dois pinos de ligação através da chave "T"**
21	**A parte de rampa possui um sistema hidráulico que regula a altura de até 1,8 m, utilizando a bomba hidráulica**

22	**Na conexão dos módulos uma embarcação de manobra fica com a Prtd que está sendo montada e a outra embarcação é utilizada no transporte dos outros módulos**
23	**Na operação de Prtd utiliza-se duas embarcações, sempre a jusante**

Figura 12. Lançamento controlado

c. Lançamento em Margem Vertical

1) Primeiramente o módulo é posicionado paralelamente à margem do rio. O motorista recua a viatura, em marcha-ré em direção perpendicular ao módulo e faz a ligação do cabo de aço do guindaste da viatura. Suspende o módulo e prossegue mais um pouco em marcha-ré até, próximo do limite de margem. Finalmente, abaixa o módulo na água.

2) Somente lançamentos verticais são possíveis por este método. A altura máxima da margem é de 8,5 m.

3) Uma profundidade de 0,5 m já é suficiente para a abertura do módulo.

4) Não utilizar este método em margem sujeita a desbarrancamento.

REQUISITOS PARA LANÇAMENTO EM MARGEM VERTICAL

Profundidade mínima para abertura do módulo	**0,50**
Altura máxima de lançamento de margens íngremes	**8,50**
Velocidade da correnteza	**2,7 m/s**
Inclinação longitudinal máxima	**20 %**
Inclinação lateral máxima	**Nenhuma**
Terreno	**Bom suporte**
Distância mínima da embarcação na abertura do módulo	**5,0 m**

OPERAÇÕES PARA LANÇAMENTO EM MARGEM VERTICAL

NR	OPERAÇÃO
01	Realizar um lançamento controlado c/ o módulo no chão, ao lado da margem, no sentido longitudinal
02	Manobrar a viatura de modo que parte traseira fique encostada na lateral do módulo, no sentido perpendicular
03	Com a lança do guindaste totalmente aberta deve-se içar o módulo com o engate em quatro pontos, numa altura do solo de 0,50 m
04	Engatar a marcha ré na viatura e deslocar para próximo da margem
05	Acionar a alavanca do guincho para soltar o cabo até que o módulo toque a água
06	Com o módulo na água, puxa-se a corda com o pino para abrir, porém antes de içar deve-se destravar as 5 travas no módulo central (2 no de rampa)

d. Lançamento da Embarcação de Manobra

OPERAÇÕES PARA LANÇAMENTO DA EMBARCAÇÃO DE MANOBRA

NR	OPERAÇÃO
01	Aproximar o reboque auxiliado pelo balizador
02	Retirar as lanternas do reboque e viatura
03	Colocar a prolonga do reboque
04	Colocar o reboque na posição final até que este fique dentro d' água
05	Retirar as correntes que prendem a embarcação de manobra ao reboque (quatro)
06	Ligar o cabo de aço ao transportador
07	Acionar as alavancas para inclinar o transportador
08	Com o controle remoto liberar de forma lenta o cabo de aço até o final
09	Acionando a manivela, soltar o cabo de aço até a embarcação de manobra flutuar e liberar
10	Puxar o transportador com o controle remoto até a posição inicial
11	Recolher o cabo de aço
12	Desatrelar o reboque e preparar a viatura para lançar o módulo

e. Lançamento do Módulo no Solo

1) Área de lançamento nivelada.
2) Freio de estacionamento, engrenagem auxiliar.
3) Exame de situação do cabo do guincho.
4) Afrouxar o dispositivo de fixação.
5) Abrir os pinos de trancamento.
6) Suporte de cerca de 0,5 m de altura (mais alto se necessário).
7) No caso de contato do módulo com o solo: liberar o freio de estacionamento.
8) Cerca de 0,50 m a frente do rolete traseiro: erga o sistema de fixação.
9) Pinos de fixação em posição: suspender o cabo, elevar a carga.
10) Erga para fora o sistema de fixação; abaixe-o.

f. Recolhimento do Módulo no Solo

1) Operação inversa ao Lançamento do Módulo no Solo.

g. <u>Recolhimento do Módulo na Água</u>

1) Preparação do Módulo
   a) Abertura do sistema de junção do convés.
   b) Enlace do mecanismo de dobragem travando o sistema superior.
   c) Enlace do sistema de trava inferior de transporte.
   d) Abertura do sistema de trava do pontão.
   e) Para a rampa: dobrar para o interior e proteger as placas de rampa.
   f) Chave do sistema hidráulico na posição "1".

2) Preparação do Transportador
   a) Estender o cabo do guincho cerca de 0,5 m além da parte traseira da viatura (nível do engate do reboque).
   b) Içamento do sistema de fixação.
   c) Extensão da lança.

3) Procedimentos no Recolhimento
   a) Observar a inclinação longitudinal (< 20%) e, acima de tudo, a transversal (cerca de 15 cm).
   b) Suspenda o terminal do gancho na direção do módulo.
   c) Enrolar o cabo do guincho no tambor: assim o módulo está dobrado.
   d) Içar até que o pino esteja cerca de 0,30 acima do sistema de fixação; girar o aparelho de força até que a guia do cabo deslize orientada no interior do aparelho de força.
   e) Assentar o módulo no sistema de fixação.
   f) Demais procedimentos semelhantes ao processo de recolhimento no solo.

f. <u>Conexão da Embarcação de Manobra ao Módulo</u>

1) Aproximação da embarcação de manobra sempre de jusante para montante e/ou contra a direção do vento, no caso de águas paradas.
2) Controle da tensão no cabo através do dispositivo de popa da embarcação – na braçadeira do módulo – ajustado no gancho rebocador através da peça de transição na popa.
3) Alinhamento e tensão.
4) Liberação das amarras.
5) Fechamento do sistema de trancamento dos pontões.
6) Fechamento do pontão interior.

Figura 13. Conexão de embarcação de manobra ao módulo

g. Acoplamento de Módulos

1) Módulo Interior – Módulo Interior
   a) Unidos e posicionados em posição centrada (alinhados).
   b) Seguros pelas amarras a montante e a jusante.
   c) Fixar as conexões do convés.
   d) Gire a junção inferior para a direita, usando a chave "T.
   e) Alongar a cabeça cerca de 2 cm abaixo da plataforma de rolamento.

2) Módulo Interior – Módulo de Rampa
   a) Unidos e posicionados em posição centrada (alinhados).
   b) Seguros pelas amarras de fixação.
   c) Inserir gancho tipo trinco para módulo de rampa, conexão.
   d) Inserir gancho tipo trinco para módulo interior, conexão.
   e) Tampão em tampão tipo placa com rolete no módulo interior após a conexão principal ao módulo de rampa.
   f) Remover o equipamento de içar no módulo interior.
   g) Una-os usando uma barra: se necessário estender a parelha se as conexões inferiores não se acoplarem.

Figura 14. Acoplamento de módulos

5. PORTADAS

a. Operação de Portadas

1) As conexões superiores permanecem unidas.
2) O sistema hidráulico do módulo de rampa na posição "1" (transporte / travessia).
3) Sistema de ancoragem transversal.
4) Módulo de rampa: quando navegando as seções interiores devem estar sustentadas na largura total (se necessário, instalar estruturas de sustentação adicionais na parte inferior).
5) Reduzir a velocidade de navegação se a proa estiver submersa.
6) Desconexão do módulo de rampa: chave hidráulica da bomba na posição "IV" posteriormente em "1", depois que o sistema inferior de trancamento estiver desconectado.
7) Somente será permitida a operação de portadas com a(s) embarcação(ões) de manobra paralela(s) ao tabuleiro quando a velocidade da água não for superior a 1,1 m/s.

b. Turma de Operação de Portada

1) Para a montagem e operação de portada de 4 módulos (2 módulos centrais e dois módulos de rampa), uma turma composta de 16 militares teve pleno êxito nas tarefas. A mesma era constituída de:

Figura 15. Turma de operação de Portada Ribbon Bridge FSB - EWK

TURMA DE OPERAÇÃO DE PORTADA

POSTO/GRADUAÇÃO	EFETIVO	FUNÇÃO
Oficial	01	Cmt da Prtd
Sargento	01	Adjunto - Balizador
Sd/Cb	04	Motorista
Sd/Cb	02	Piloto de embarcação de manobra
Sd/Cb	02	Auxiliares do piloto
Sd/Cb	04	Auxiliar de montagem
Sd/Cb	02	Auxiliar de ancoragem

CARACTERÍSTICAS DAS PORTADAS

CARACTERÍSTICAS	3 MÓDULOS	4 MÓDULOS	5 MÓDULOS
RENDIMENTO	VARIÁVEL C/ LARGURA DO RIO		
TEMPO DE CONSTRUÇÃO (min)	20	25	30
EFETIVO NECESÁRIO (INC OFIC)	22	25	28
CONFIGURAÇÃO			
-SEÇÕES INTERNAS	1	2	3
-SEÇÕES DE RAMPA	2	2	2
EMBARCAÇÕES DE MANOBRA	2	2	2
REBOQUES	2	2	2
VIATURAS (7 ton)	3	4	5

Figura 16. Embarque em Portada Ribbon Bridge FSB - EWK

CLASSE MILITAR DAS PORTADAS

TIPO	CARREGAMENTO NORMAL	CARREGAMENTO EXEPCIONAL
Portada 3 módulos (2SR+1SI)	**Classe 20**	**Classe 24**
Portada 4 módulos (2SR+2SI)	**Classe 40**	**Classe 50**
Portada 5 módulos (2SR+3SI)	**Classe 60**	**Classe 70**

Figura 17. Navegação de Portada Ribbon Bridge FSB - EWK

Figura 18. Atracação de Portada Ribbon Bridge FSB - EWK

OBSERVAÇÕES

PROFUNDIDADE MÉDIA (M)	VEL MÁXIMA ÁGUA (M/S) CARREGAMENTO NORMAL	VEL MÁXIMA ÁGUA (M/S) CARREGAMENTO EXEPCIONAL
Acima de 1,2	0,5	-
Acima de 1,4	1,1	0,8
Acima de 1,8	1,6	1,4
Acima de 2,5	2,0	1,8
Acima de 3,5	2,3	2,1

Figura 19. Navegação em Portada Ribbon Bridge FSB - EWK

RESTRIÇÕES AO CARREGAMENTO PARA VEL MÁXIMA ACIMA DE 2,3 M/S

PROFUNDIDADE	VEL MÁXIMA ÁGUA (M/S)	PORTADA	CLASSE PERMITIDA
Profundidade média acima de 3,5 m	2,5	Portada 3 módulos Portada 4 módulos Portada 5 módulos	Classe 12 Classe 24 Classe 40
	2,7	Portada 3 módulos Portada 4 módulos Portada 5 módulos	Classe 8 Classe 20 Classe 30

6. PONTES

a. Operação de Pontes

1) Comprimento útil do módulo interior: 6,70 m.
2) Comprimento do módulo de rampa: 7,5 m.
3) Número de embarcações
   a) Velocidade da corrente até 1,0 m/s: 1/6 dos módulos.
   b) Velocidade da corrente até 2,0 m/s: 1/5 dos módulos.
   c) Velocidade da corrente até 2,7 m/s: 1/3 dos módulos.
4) Ancoragem transversal: afastamento da ancoragem a cada três módulos abaixo de 45°.
5) Procedimentos de construção
   a) Até 0,50 m/s: Na configuração das portadas para construir uma ponte no local de montagem, a embarcação deve permanecer com a portada.
   b) Acima de 0,50 m/s: Montar as duas portadas finais; configurar os módulos separadamente através do uso de embarcações.
6) Rotação da ponte no Alinhamento
   a) Águas paradas: comprimento da ponte opcional.
   b) Águas correntes até 1,1 m/s: 10 módulos interiores.
   c) Águas correntes até 1,5 m/s: 6 módulos interiores.
6) Antes de liberação para o tráfego: teste de carga usando viatura.
7) Em seguida: caminhar sobre a ponte e inspecioná-la.
8) Conexões de convés abertas (com exceção do módulo interior ao módulo de rampa).
9) Alongamento do sistema de travamento inferior cerca de 2 cm abaixo da extremidade superior da plataforma de rolamento.
10) Chave do sistema hidráulico do módulo de rampa na posição "1".

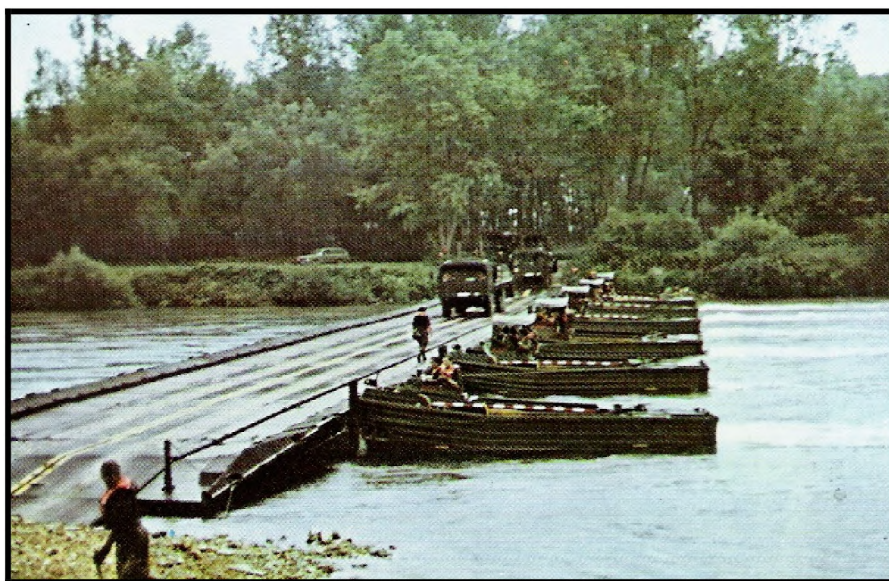



Figura 20. Ponte Ribbon Bridge FSB - EWK

Ribbon Bridge FSB – EWK - 21

CARACTERÍSTICAS DAS PONTES

CARACTERÍSTICAS	PONTE (100 M)
CAPACIDADE MÁXIMA NORMAL	Classe 60
CAPACIDADE MÁXIMA EXCEPCIONAL	Classe 70
RENDIMENTO	200 Vtr/h
TEMPO DE CONSTRUÇÃO (min)	60
EFETIVO (INCLUSIVE OFICIAIS)	72
CONFIGURAÇÃO	
-SEÇÕES INTERNAS	13
-SEÇÕES DE RAMPA	2
-EMBARCAÇÕES DE MANOBRA	7
-REBOQUES	7
-VIATURAS	15

OBSERVAÇÕES

PROFUNDIDADE	CARREGAMENTO NORMAL	CARREGAMENTO EXEPCIONAL
PROFUNDIDADE MÉDIA (M)	VEL MÁXIMA ÁGUA (M/S)	VEL MÁXIMA ÁGUA (M/S)
Acima de 1,2	1,2	1,0
Acima de 1,4	1,4	1,2
Acima de 1,8	1,8	1,6
Acima de 2,5	2,2	2,0
Acima de 3,5	2,4	2,2
Acima de 5,0	2,7	2,4

DADOS MÉDIOS DE CONSTRUÇÃO DE PONTES

NÚMERO DE MÓDULOS CENTRAIS	COMPRIMENTO DA PONTE (m) COM PLACAS DE RAMPA EXTENDIDAS	NÚMERO DE EMBARCAÇÕES DE MANOBRA (1)	TEMPO DE CONSTRUÇÃO (2) (min)
1	21,80	2 ou 3	35 a 45
2	28,50		
3	35,20	3 ou 4	40 a 55
4	41,90		
5	48,60		
6	55,30	4 ou 5	50 a 70
7	62,00		
8	68,70		
9	75,40	5 ou 6	60 a 80
10	82,10		
11	88,00		
12	95,50	6 ou 7	70 a 90
13	102,20		
14	108,90	7 ou 8	80 a 100
15	115,60		
16	122,30		
17	129,00	8 ou 9	90 a 110
18	135,70		
(1) Sem botes de salvamento e de recuperação Construção noturna: adicionar 10 %			

PESSOAL NECESÁRIO PARA CONSTRUÇÃO DE PONTES

COMPRIMENTO DA PONTE	65 m	85 m	100 m	108 m	120 m
NÚMERO DE MÓDULOS	10	13	15	16	18
EMBARCAÇÕES DE MANOBRA	6	6	7	7	8
COMANDANTE DA PONTE	1	1	1	1	1
OFICIAIS AUXILIARES	1	1	2	2	2
OFICIAL DE ANCORAGEM	1	1	1	1	1
OFICIAL DE SEGURANÇA	-	-	1	1	1
OFICIAL DE SALVAMENTO	1	1	1	1	1
RÁDIO/MENSAGEIRO	-	2	2	2	2
GRUPO DE DESCARREGAMENTO	2	2	2	4	6
GRUPO DE ENGATE	3	4	4	6	8
GRUPO DE ANCORAGEM	4	6	6	6	6
EMBARCAÇÃO DE MANOBRA (3 HOMENS POR EMBARCAÇÃO)	18	18	21	21	24
VEÍCULO TRANSPORTADOR	10	13	15	16	18
GRUPO DE EQUIPAMENTO	2	2	2	2	2
AUXILIAR DE MOTORISTA	4	7	8	9	12
SERVIÇO DE SALVAMENTO	3	3	3	3	3
SERVIÇO DE RECUPERAÇÃO	-	3	3	3	3
TOTAL	50	64	72	78	90

DISTÃNCIA SEGURANÇA ENTRE VEÍCULOS PARA TRAVESSIA

Carregamento Normal	30 metros
Carregamento Excepcional	50 metros

VELOCIDADE MÁXIMA PARA TRAVESSIA

Carregamento Normal – Até Classe 40 - Acima Classe 40	20 Km/h 10 Km/h
Carregamento Excepcional – Classe 70	5 Km/h

Figura 21. Ponte Ribbon Bridge FSB - EWK

7. REBOQUE DA EMBARCAÇÃO DE MANOBRA

a. Desconexão e estacionamento do reboque

1) Antes de desconectar a ligação entre o engate da viatura e o reboque, aplicar o freio de estacionamento.

2) Posição dos calços.

3) Firmar o reboque através do braço de sustentação para estacionamento e roda auxiliar.

4) Colocar as mangueiras de freio e conectores do cabo elétrico nos suportes existentes.

5) Fechar as mangueiras da linha de suprimento (vermelha) e linha de freios (amarela) no engate na viatura.

b. Movimentação do reboque

1) O reboque carregado não deve ser movimentado manualmente.

2) Quando movimentar o reboque descarregado em terrenos firmes e nivelados, assegurar-se que a roda auxiliar esteja abaixada e travada.

3) Pelo menos quatro homens são necessários.

4) O solo deve estar livre de obstáculos (perigo do garfo rebocador oscilador para fora).

5) O freio de estacionamento está ao alcance de um homem e as funções de frenagem são conhecidas.

6) Os calços tenham sido retirados dos suportes e estejam a fácil alcance, antes de iniciar o movimento desejado.

7) Certificar-se de que o botão da válvula de transferência esteja empurrado (posição liberada).

8) O reboque não deve ser movimentado manualmente em declives.

c. Conexão do reboque

1) Não empurre o reboque na direção da viatura, mas movimente o engate da viatura ao reboque estacionado e seguro pelos calços.

2) Durante o processo de conexão ninguém deverá posicionar-se entre o engate da viatura e o reboque.

3) A orientação é proporcionada pelo auxiliar do motorista através de sinais de mãos.

4) O garfo do reboque deverá estar alinhado com a altura de conexão do engate da viatura. Durante esta ação, o reboque deverá estar seguro pelo braço de sustentação para estacionamento, visando prevenir inclinação para a retaguarda.

5) Certificar-se que o gancho de junção do reboque esteja devidamente conectado e travado.

6) Após a conexão certificar-se de que as mangueiras de freio estejam devidamente conectadas, que a chave das torneiras estejam abertas, e que a regulagem da pressão dos freios esteja ajustada de acordo com a carga.

7) Verifique se as instalações elétricas estão devidamente conectadas.

d. Carga e descarga do reboque

1) A carga e descarga do reboque através colhimento ou abaixamento da embarcação de manobra somente deverá ser realizada com o reboque conectado ao engate da viatura.
2) Aplicar o freio de estacionamento.
3) Segurança das rodas pelo posicionamento de calços em ambos os lados.
4) Ninguém deverá estacionar na área de lançamento da embarcação de manobra.

e. Transporte da embarcação de manobra

1) Tensionar os quatro tirantes de fixação da embarcação de manobra.
2) Cobrir a área descoberta da embarcação de manobra com encerado de lona.
3) Não deverá haver nenhum equipamento adicional pesado no casco da embarcação de manobra.

Figura 22. Reboque da embarcação de manobra

8. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Exército Brasileiro. **Informações Técnicas do Sistema de Ponte Dobrável Flutuante Ribbon EWK. Di**retoria de Material de Engenharia. Brasília: DME, ?.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Ponte Flutuante Dobrável – Modelo Alemão.** Aditamento ao Boletim Interno da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: DME, nº 60, 1993.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Ponte Ribbon Bridge.** Boletim Técnico da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: DME, nº 19, p. 37-55, 1992.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Relatório da Portada Ribbon Bridge.** 2º Batalhão de Engenharia de Combate "Batalhão Borba Gato". Pindamonhangaba: 2º BE Cmb, 1992.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Ribbon Bridge.** Aditamento ao Boletim Interno da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: DME, nº 243, p. 01-04, 1978.

EWK. Eisenwerke Kaiserslautern Goppner Gmbh**. Folding Float Bridges** Kaiserslautern: EWK, 1979.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Ponte Dobrável Flutuante Ribbon Bridge FSB – EWK**. Pontes Leves e Pesadas. 1998.

US ARMY. **Combat Engineer Systems Handbook.** Fort Leonard Wood, Missouri, USA: US Army Engineer School, 1990.

US ARMY. **Engineer Field Data. FM 5-34.** Washington, DC: 1987.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

PONTE DOBRÁVEL FLUTUANTE
RIBBON BRIDGE – FFB 2000 – KRUPP/MAN

1. INTRODUÇÃO

A família de pontes do tipo fita, teve origem na década de 60 na Ponte Plitniy Mostoroj Park (PMP), versão aço adotada pela Rússia (URSS). Foi empregada, com sucesso, pela primeira vez, pelas forças egípcias na travessia do Canal de Suez, em 1973.

Na década de 70 a genialidade do projeto foi reconhecida internacionalmente e serviu de base para a elaboração da Ponte Ribbon Bridge, na versão alumínio e de fabricação norte-americana.

Posteriormente a OTAN adotou a Ponte FSB, um sistema semelhante na versão alumínio.

Apresentamos o modelo alemão FFB 2000, fabricado pela Krupp Fordertechnik Gmbh / MAN Gutehoffnungshutte AG, adquirido pelo Exército Brasileiro e distribuído a algumas Organizações Militares de Engenharia na década de 90.

A Ponte Dobrável Flutuante é um sistema altamente moderno para superar rios obstáculos, com rapidez e simplicidade. Pode ser lançada num prazo dez vezes menor e com apenas um quinto do pessoal necessário para as outras pontes em uso.

As equipagens de Ponte Ribbon Bridge FFB 2000 – KRUPP / MAN foram distribuídas ao 3º BE Cmb, ao 6º BE Cmb e ao 12º BE Cmb Bld.

Figura 1. Portada Ribbon Bridge FFB 2000 – Krupp/Man

2 CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES

a. Módulo Central ou Segmento Interior

1).Cada segmento interior é composto por dois blocos flutuantes interiores e dois blocos flutuantes exteriores iguais. Os blocos flutuantes estão unidos por articulações, que permitem dobrar ou desdobrar o segmento. Este possui fechos que impedem o seu desdobramento involuntário.

2).Quando o segmento está desdobrado, os ligadores do passadiço e os fechos do bloco flutuante trancam-se entre os blocos flutuantes interior e exterior.

3) Cada bloco flutuante interior possui, na sua parte de baixo, no sentido do comprimento, numa extremidade, uma forquilha de acoplamento com tirantes de comando e da outra extremidade um olhal de acoplamento. Estes acoplamentos permitem juntar e prender mais segmentos.

4).Os dois blocos flutuantes interiores, que quando juntos formam a faixa de rodagem com trânsito de sentido único, encontram-se subdivididos por uma antepara transversal em duas câmaras de esgotamento por bomba. Os blocos flutuantes exteriores não possuem câmaras, dispondo apenas de uma abertura de esgotamento. Os blocos flutuantes exteriores acentuam a impulsão do segmento. O passadiço do segmento está coberto com um revestimento da faixa de rodagem anti-derrapante. No lado de fora dos blocos flutuantes exteriores estão montados resguardos contra vagas, que servem, ao mesmo tempo, de balaustrada.

5) Cada segmento possui quatro olhais de engate destinados ao transporte por guindaste ou aéreo quando dobrado, assim como quatro ábitas para fixação das embarcações de manobra ou para ancoragem a terra e quatro rasgos de encaixe para varas angulares da portada.

Figura 2. Módulo central

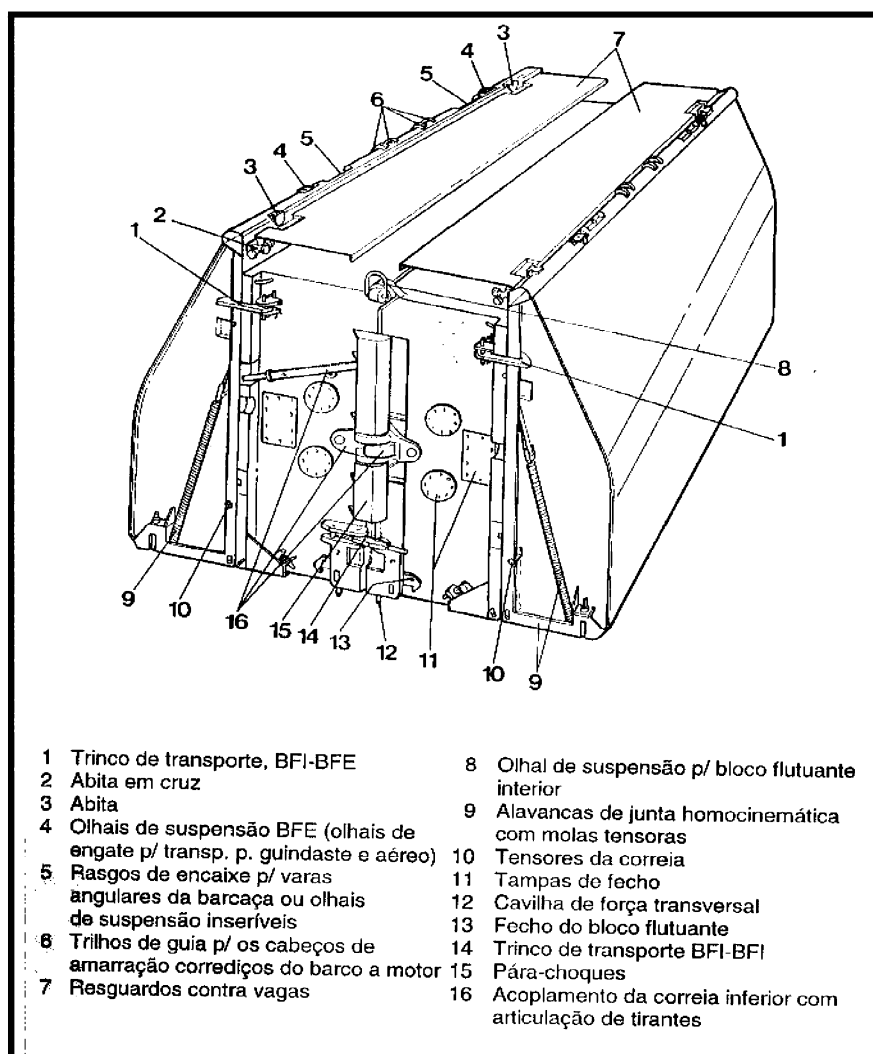



Figura 3. Módulo central

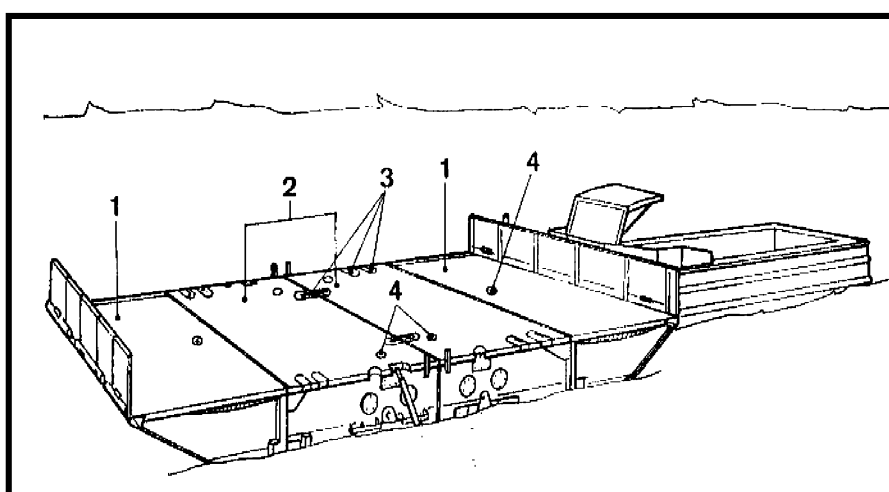



Figura 4. Módulo central desdobrado

DADOS TÉCNICOS DO MÓDULO CENTRAL OU SEGMENTO INTERIOR

Comprimento do sistema	**6700 mm**
Comprimento fora-a-fora	**6872 mm**
Largura dobrado	**3015 mm**
Largura desdobrado	**8750 mm**
Largura da faixa de rodagem – duas vias	**5500 mm**
Largura da faixa de rodagem – via única	**4100 mm**
Altura dobrado	**2300 mm**
Altura desdobrado	**1350 mm**
Peso	**5250 Kg**
Volume	**47,7 m3**

b. Módulo de Rampa ou Segmento de Rampa

1) Cada segmento de rampa é composto por dois blocos flutuantes interiores diferentes e dois blocos flutuantes exteriores igualmente diferentes. Os blocos flutuantes encontram-se unidos por articulações, que permitem que o segmento seja dobrado ou desdobrado. Trancas impedem que o segmento abra inadvertidamente.

2) Quando o segmento de rampa está desdobrado, ligadores do passadiço e fechos do bloco flutuante travam-no entre os blocos flutuantes interior e exterior.

3) Numa das extremidades, ambos os blocos flutuantes interiores são chanfrados e reforçados, por forma que, quando assentados em terra, não sejam danificados pelo trânsito que sobre eles rola.

4) Ambos os blocos flutuantes exteriores estão equipados com placas de passeio deste lado, que oscilam, permitindo, deste modo, uma melhor adaptação à superfície de apoio em terra.

5) Na outra extremidade do segmento de rampa estão montadas a forqueta macho e a forqueta fêmea. É com este mecanismo que o segmento interior é recolhido e travado. Tanto a forqueta macho como a forqueta fêmea estão providas de um sistema hidráulico, que lhes permite, levantar o segmento de rampa, afastando o segmento interior do segmento de rampa, permitindo, assim, ajustar a rampa à inclinação da margem. A viragem da forqueta macho e da forqueta fêmea para fora é limitada por uma válvula hidráulica de fecho.

6) Ambos os blocos flutuantes interiores, que juntos formam a faixa de rodagem para trânsito de sentido único, estão subdivididos em duas câmaras de esgotamento por bomba através de uma antepara transversal. Os blocos flutuantes exteriores não possuem câmaras, dispondo apenas de uma abertura de esgotamento. Os blocos flutuantes exteriores complementam a impulsão do segmento. O passadiço do segmento está coberto com um revestimento anti-derrapante. No lado de fora dos blocos flutuantes exteriores existem resguardos contra vagas, que funcionam, ao mesmo tempo, como balaustradas.

7) Cada segmento possui quatro olhais de engate, destinados ao transporte por guindaste ou aéreo quando o segmento se encontra dobrado, assim como quatro ábitas para fixação das embarcações de manobra ou para ancoragem a terra.

8) Cada segmento de rampa está equipado com duas bombas hidráulicas de acionamento manual. Estas bombas encontram-se montadas sobre suportes por debaixo da

faixa de rodagem do bloco flutuante interior. Tampas levadiças permitem o acesso às bombas. São as bombas que acionam os pistões de ambos os cilindros hidráulicos. O curso do pistão proporciona o levantamento da rampa até cerca de 2,0 m, contando da extremidade da rampa até o nível da água. O modo de operação do sistema hidráulico é selecionado através de uma alavanca de manobra integrada na bomba.

MODO DE OPERAÇÃO DO SISTEMA HIDRÁULICO DA RAMPA

II – Baixar a rampa
I – Transporte/Travessia
III – Levantar a rampa
IV – Soltar a rampa rapidamente

Figura 5. Módulo de rampa

DADOS TÉCNICOS DO MÓDULO DE RAMPA OU SEGMENTO INTERIOR

Comprimento do sistema	6700 mm
Comprimento fora-a-fora	6872 mm
Largura dobrado	3014 mm
Largura desdobrado	8750 mm
Largura da faixa de rodagem – duas vias	5500 mm
Largura da faixa de rodagem – via única	4100 mm
Altura dobrado	2300 mm
Altura desdobrado	1350 mm
Peso	6650 Kg
Volume	47,5 m3

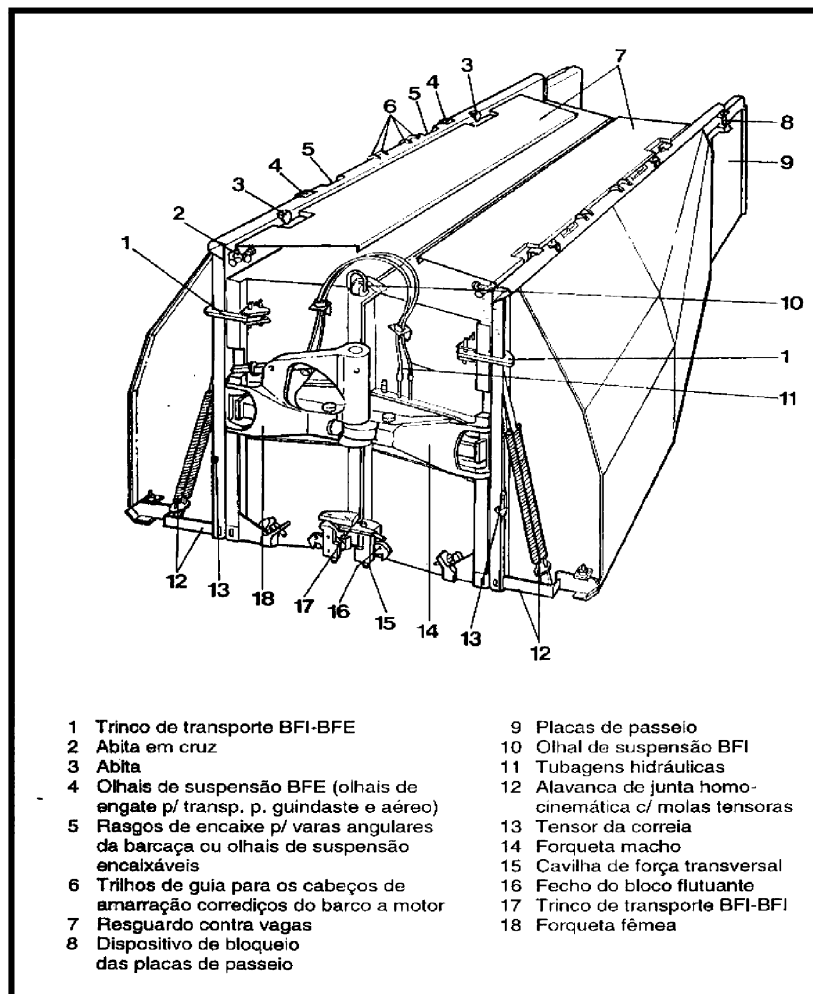



Figura 6. Módulo de rampa

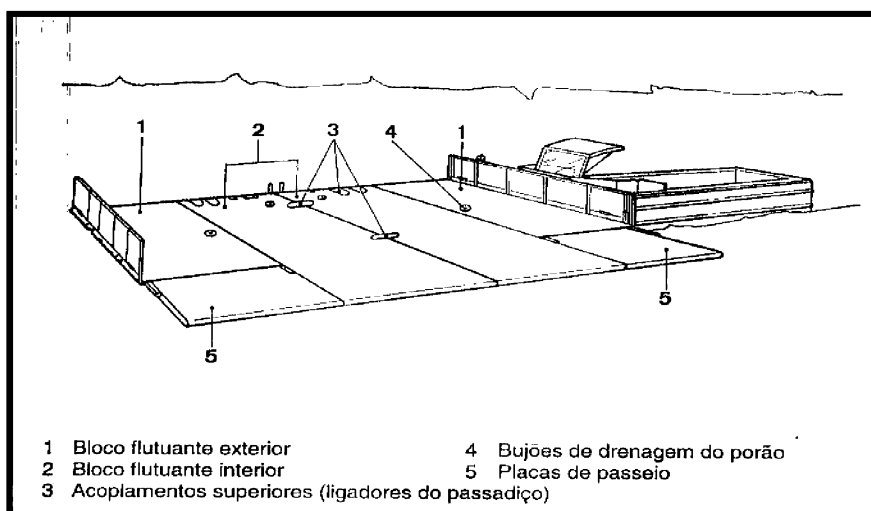



Figura 7. Módulo de rampa desdobrado

c. Viatura Transporte de Ponte

1).Cada segmento central e de rampa é transportado por uma viatura especial.

2).Essas viaturas são equipadas com um lançador de comando hidráulico que é um mecanismo basculante universal para baixar, largar e recolher os segmentos de rampa e interiores.

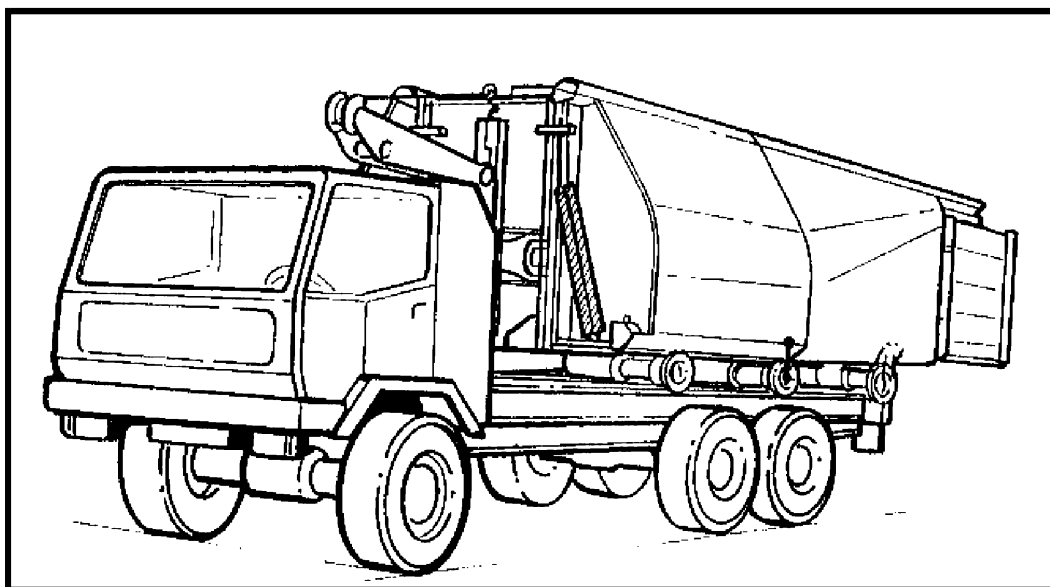



Figura 8. Viatura transporte de ponte

Figura 9. Viatura transporte de ponte

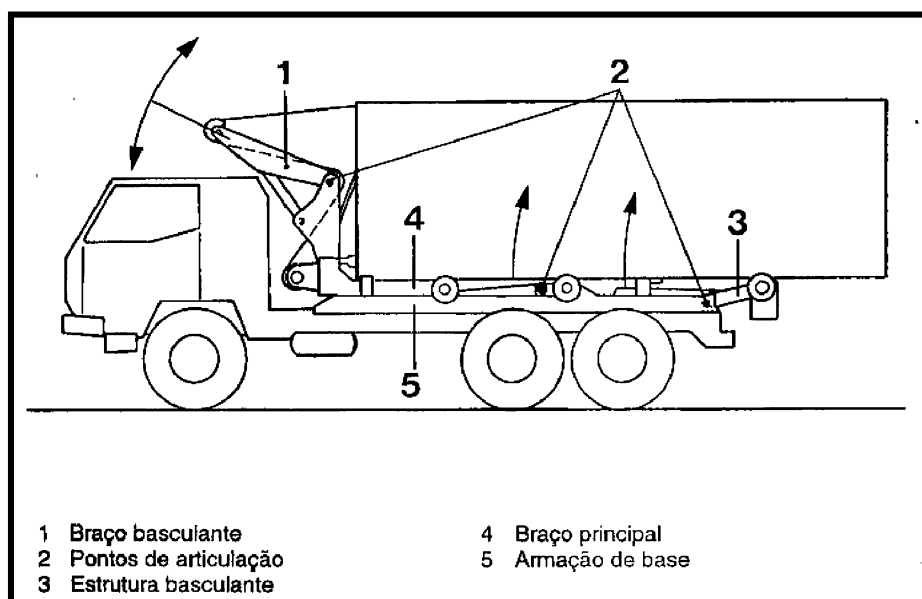



Figura 10. Pontos de articulação do lançador

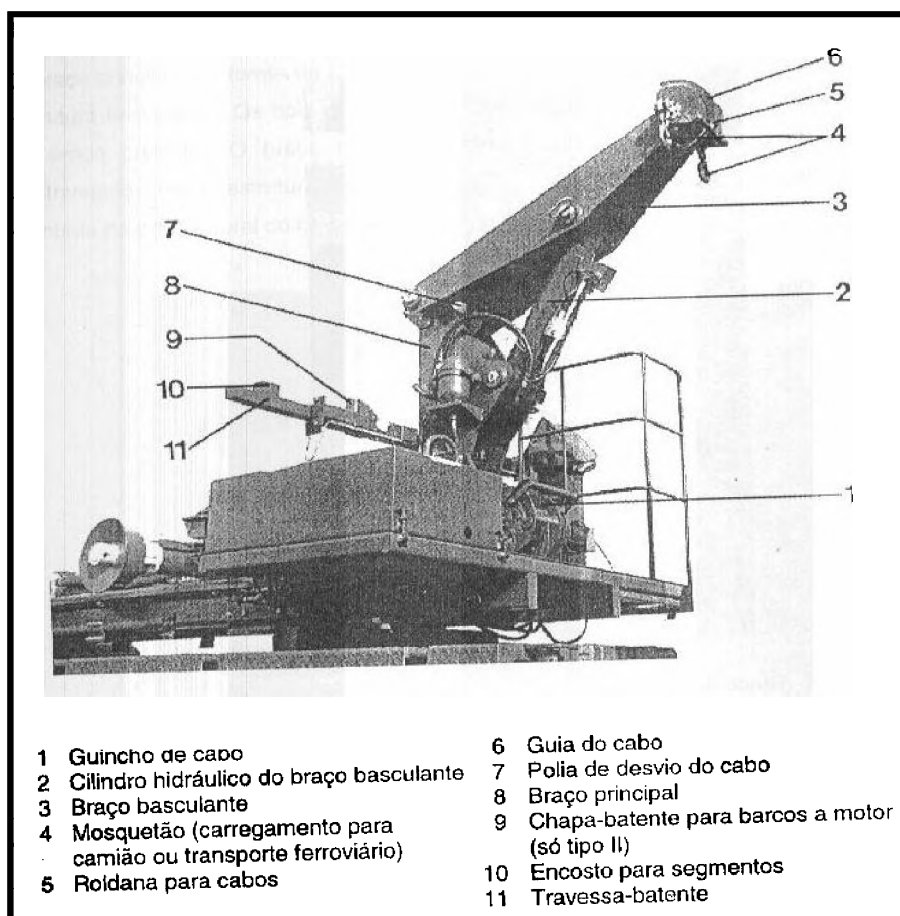



Figura 11. Braço principal, guincho de cabo e braço distendido

d. Acessórios e Ferramentas

ACESSÓRIOS E FERRAMENTAS PARA MONTAGEM

ESPECIFICAÇÃO
Tubo
Gancho
Alavanca
Patilha de engate
Tubo da alavanca
Croque
Alavanca telescópica
Chave de luneta abertura 22
Atacador
Chave com catraca
Pé-de-cabra

EQUIPAMENTO AUXILIAR DE MONTAGEM

ESPECIFICAÇÃO	Nr
Guincho	1
Placa de base para o guincho	1ª
Linga de correntes com ganchos de encurtamento	2
Simples	3
Dupla	4
Vara angular da portada	5
Material de ancoragem a terra	6
Corda de poliamida 18 x 30 m	7
Corda de poliamida 10 x 7,5 m	8
Manilha U A3	9
Colete de salva-vidas	10

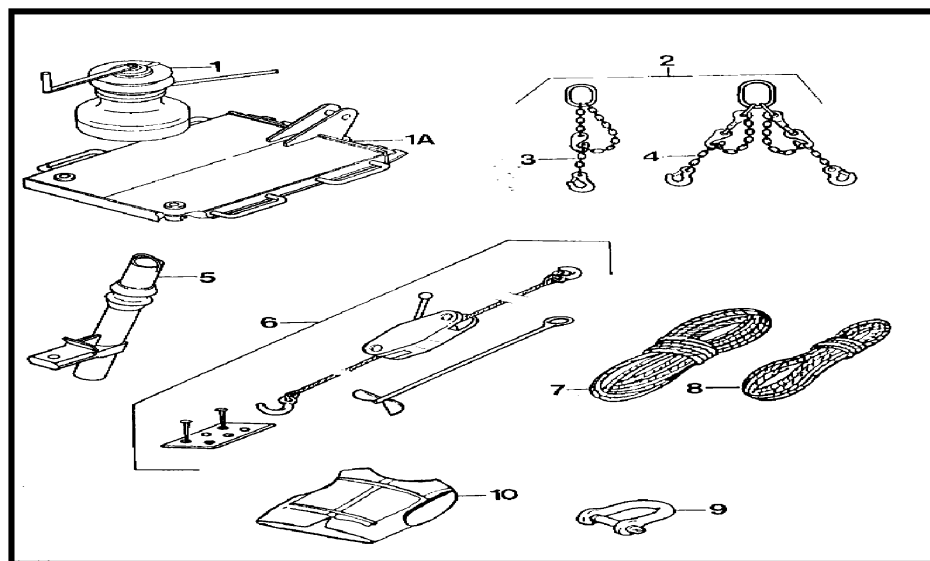



Figura 12. Equipamento auxiliar de montagem

EQUIPAMENTO AUXILIAR DE MONTAGEM

ESPECIFICAÇÃO	Nr
Bomba hidráulica	**1**
Correia de amarração	**2**
Óleo hidráulico, jerrycan de 10 litros	**3**
Bomba de esgotamento do porão com acessórios	**4**
Pega em forma de gancho	**5**
Jogo de reparação	**6**

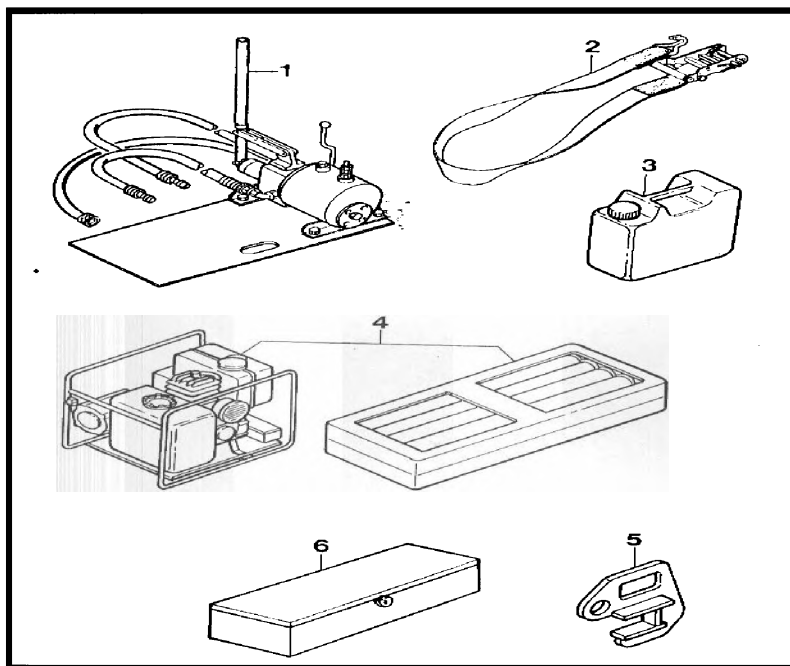



Figura 13. Equipamento auxiliar de montagem

Figura 14. Portada Ribbon Bridge FFB 2000 – Krupp/Man

3. OPERAÇÃO

a. Lançamento Livre

1) Por este método simples, o módulo desliza da viatura, adentra a água e desdobra automaticamente.

2) Se as velocidades da corrente forem superiores a 1,5 m/s, os segmentos só podem ser lançados à água pelo lançamento controlado.

REQUISITOS PARA LANÇAMENTO LIVRE

Margem preparada de maneira que o eixo traseiro possa adentrar a profundidade até o limite da aptidão para passagem a vau	**1,20 m**
Profundidade mínima para abertura do módulo	**Conforme quadro abaixo**
Altura de queda máxima do módulo	
Velocidade da correnteza	**3,5 m/s**
Inclinação longitudinal máxima	**15 % (8,5º)**
Inclinação lateral máxima	**5 % (2,8º))**
Terreno	**Bom suporte**
Velocidade máxima do vento	**12 m/s (6 Beaufort)**

PROFUNDIDADE MÍNIMA PARA LANÇAMENTO LIVRE DO MÓDULO CENTRAL OU SEGMENTO INTERIOR

ALTURA DE QUEDA (T1) (medida sob o rodízio de lançamento traseiro)(m)	T2 (m) (4,0 m em direção à água, a contar do rodízio traseiro)	H (m) (4,0 m em direção à água, a contar do rodízio traseiro)
0,80	1,4	0,50
0,80	1,5	0,60
0,80	1,7	0,80
0,80	1,8	1,0
1,0	1,9	1,2
1,0	2,0	1,4

Figura 15. Lançamento livre do módulo central

PROFUNDIDADE MÍNIMA PARA LANÇAMENTO LIVRE DO MÓDULO DE RAMPA OU SEGMENTO DE RAMPA

ALTURA DE QUEDA (T1) (medida sob o rodízio de lançamento traseiro)(m)	T2 (m) (4,0 m em direção à água, a contar do rodízio traseiro)	H (m) (4,0 m em direção à água, a contar do rodízio traseiro)
1,0	1,7	0,50
1,0	1,8	0,70
1,0	2,0	1,0
1,0	2,1	1,2
1,0	2,2	1,4

Figura 16. Lançamento livre do módulo de rampa

OPERAÇÕES PARA LANÇAMENTO LIVRE

NR	OPERAÇÃO
01	Recuar o veículo lançador até à margem; o acesso à extremidade traseira do segmento deve ser garantido. Puxar o travão de mão. Pôr a alavanca de velocidades em ponto morto.
02	Soltar e enrolar as três correias tensoras no segmento
03	Se necessário, amarrar a corda de imobilização no olhal de suspensão dianteiro.
04	Fixar a extremidade livre da corda de imobilização à parte de trás do veículo.
05	Desengatar o gancho do cabo do guincho do olhal do segmento e prender o cabo no braço basculante.
06	Esticar até ao limite as quatro molas da alavanca de junta homocinemática, em ambos os topos.
07	Nos dois topos, abrir os dois trincos de transporte superiores e o trinco inferior, respectivamente, com o gancho. As alavancas de fecho têm que estar rebatidas. Não se posicionar atrás do veículo.

08	**Se necessário, conduzir o veículo, de marcha ré até à água e puxar o travão de mão.**
09	**Ligar a tomada de força para a bomba hidráulica do lançador.**
10	**Fazer sair os suportes do eixo, para que o lançador fique nivelado com os indicadores de nível no posto do operador e estabilize**
11	**Trancar o braço principal com a estrutura basculante e levantar o braço principal trancado aproximadamente 0,50 m.**
12	**O segmento é, então, levantado das duas cavilhas do dispositivo de travamento de transporte, na armação de base, e, deslizando sobre os rodízios de lançamento do lançador, cai para a água.**
13	**Mal o segmento flutue livremente na água, abre-se automaticamente.**
14	**Recolher o segmento da embarcação de manobra, se necessário, soltar a corda de imobilização.**
15	**Baixar o braço principal até assentar na armação de base.**
16	**Pôr novamente os suportes do eixo para dentro, até os sinalizadores luminosos vermelhos se apagarem. Desligar a tomada de força e afastar o lançador.**

Figura 17. Lançamento livre

Figura 18. Lançamento livre

b. Lançamento Controlado

1) Se a margem for tão íngreme que a viatura não possa adentrar à água para lançar o módulo e , no caso de não ser obtida as condições citadas no item anterior, a seção é arriada sob total controle com o auxílio do cabo de aço que integra o guindaste hidráulico da viatura.

REQUISITOS PARA LANÇAMENTO CONTROLADO

Profundidade mínima para abertura do módulo	**0,60**
Altura máxima de lançamento (assentamento)	**1,20**
Inclinação longitudinal máxima	**15% (8,5º)**
Inclinação lateral máxima	**5 % (2,8º0)**
Terreno	**Bom suporte**

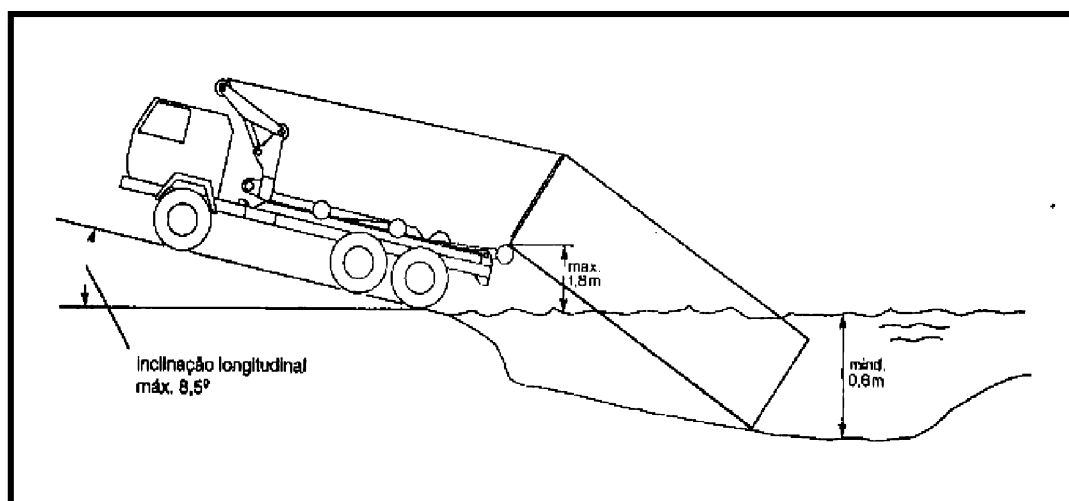



Figura 19. Lançamento controlado

OPERAÇÕES PARA LANÇAMENTO CONTROLADO

NR	OPERAÇÃO
01	**Recuar o veículo lançador até à beira da água; o acesso à extremidade traseira do segmento deve ficar assegurado. Puxar o travão de mão. Pôr a alavancas de velocidades em ponto morto.**
02	**Verificar a colocação correta do cabo do guincho. O gancho de suspensão deve estar bem engatado no olhal de suspensão dianteiro.**
03	**Esticar até o limite as quatro molas da alavanca de junta homocinemática, nos dois topos do segmento.**
04	**Abrir os trincos de transporte da retaguarda.**
05	**Soltar e enrolar as três correias de amarração do segmento.**
06	**Se necessário, prender a corda de imobilização no olhal de suspensão dianteiro.**
07	**Fixar a extremidade livre da corda de imobilização na parte traseira do veículo.**
08	**Aproximação do veículo lançador à margem**
09	**Puxar o travão de mão**

10	**Ligar a tomada de força.**
11	**Fazer sair os suportes do eixo, para que o lançador fique alinhado com os indicadores de nível no posto do operador e estabilize.**
12	**Esticar o cabo do guincho**
13	**Travar o braço principal com a estrutura basculante e levantar o braço principal travado, até as cavilhas do dispositivo de travamento de transporte ficarem livres na armação de base.**
14	**Acionar o guincho e desenrolar o cabo lentamente.**
15	**Conduzir a corda de imobilização, de forma que o lançamento livre à água seja impecável.**
16	**O segmento desliza para trás e imerge na água com a parte traseira.**
17	**Baixar novamente o braço principal até à armação de base e destrancá-lo da estrutura basculante.**
18	**Levantar o braço principal, puxando, em simultâneo, o cabo, até que o peso do segmento fique suspenso no gancho do cabo.**
19	**Levantar o braço principal até o segmento ficar suspenso livremente atrás do eixo traseiro do rodízio de lançamento.**
20	**Largar o cabo, até que o segmento flutue à vontade na água.**
21	**Prender o segmento com a corda de imobilização e recolhê-lo com a embarcação de manobra.**
22	**Desenfiar os ganchos de suspensão.**
23	**Pôr o braço principal para trás até ficar apoiado na armação de base. Enrolar o cabo do guincho e fixá-lo ao braço basculante.**
24	**Recolher novamente os suportes do eixo. Desligar a tomada de força e afastar o veículo lançador.**
25	**Abrir os trincos superiores BFI-BFE com o croque e virar a alavanca do trinco para trás. O bloco flutuante exterior abre-se.**
26	**Pôr o tubo de desbloqueamento no trinco inferior de transporte e soltar o trinco inferior a partir da embarcação de manobra ou da margem. O segmento abre-se, então, completamente.**

Figura 20. Lançamento controlado

c. Lançamento em Margem Vertical "High Bank Launching"

1) O segmento começa por ser assente em terra paralelamente ao correr da margem. A polia de desvio louca é enganchada no cabo do guincho, enquanto a linga com três correntes é amarrado ao segmento. Seguidamente o piloto recua a traseira do veículo lançador até ao lado do comprimento do segmento, engata no segmento e eleva-o cerca de 0,50 m. O veículo faz, então, marcha ré até à borda da margem e o segmento é largado pelo guincho do cabo.

2) .Este processo só permite que o segmento seja largado apenas na vertical, até 8,5 m de profundidade (medido a partir da aresta superior da margem). Para o segmento abrir basta que a profundidade da água seja de 0,60 m.

3) É proibido o lançar segmentos à água a partir de um topo de ponte ou através de segmento de rampa de uma portada.

4) A operação total de lançamento à água demora cerca de 20 minutos, devido aos preparativos do dispositivo de carga.

REQUISITOS PARA LANÇAMENTO EM MARGEM VERTICAL

Profundidade mínima para abertura do módulo	**0,60**
Altura máxima de lançamento de margens íngremes	**8,50**
Terreno	**Bom suporte**
Distância mínima da embarcação na abertura do módulo	**5,0 m**

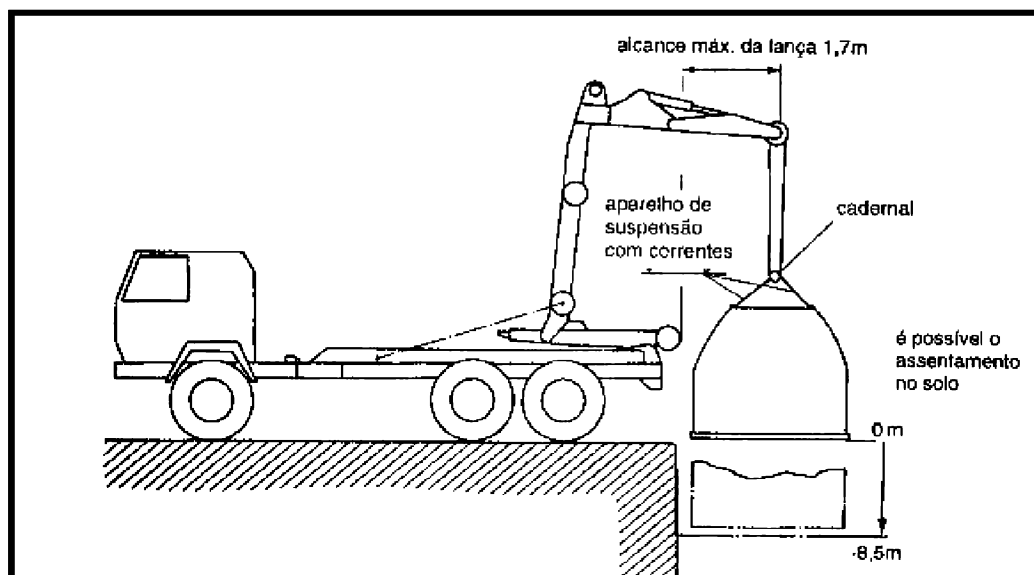



Figura 21. Lançamento em margem vertical

d. Operação de Desdobramento

1) A operação de desdobramento é igual tanto para os segmentos interiores, como para os segmentos de rampa. Logo que o segmento fica a boiar na água, os blocos

flutuantes interiores (BFI) abrem-se na água, por ação da impulsão na articulação A. No BFI, este movimento é transmitido pelas articulações C, existentes em ambos os lados, às articulações B. Simultaneamente as alavancas de junta homocinemática deslocam-se para fora, através do ponto de basculamento, de forma que as duas molas tensoras, suspensas nas alavancas de junta homocinemática provocam a abertura dos blocos flutuantes exteriores por meio das articulações B.

2) Quando o segmento está aberto, as alavancas de junta homocinemática e as molas tensoras ficam paralelas à aresta superior BFI-BFE.

e. Operação de Fechamento

1) Levantando a articulação A, ambos os blocos flutuantes interiores se movem em torno desta articulação. Ao mesmo tempo, os blocos flutuantes exteriores giram em torno das articulações B e C, uma vez que, devido à elevação da articulação A, são forçadas a mergulhar. Os blocos flutuantes exteriores são dobrados para dentro através de "queda rápida", sendo esse fechamento apoiado pela impulsão.

f. Lançamento da Embarcação de Manobra

OPERAÇÕES PARA LANÇAMENTO LIVRE DA EMBARCAÇÃO DE MANOBRA

NR	OPERAÇÃO
01	Recuar o veículo lançador até à beira da água. Puxar o travão de mão. Pôr a alavancas de velocidades em ponto morto.
02	Soltar, na embarcação de manobra, a correia tensora traseira e enrolar.
03	O piloto ocupa, então, o seu lugar na embarcação de manobra.
04	Engatar uma linga de cabo de aço no gancho de suspensão do cabo do guincho; enganchar a outra ponta desta linga no acoplamento rápido do lado da cabina do piloto da embarcação de manobra.
05	Ligar a tomada de força para a bomba hidráulica do lançador.
06	Puxar e esticar o cabo do guincho.
07	Soltar o engate de garra da embarcação e fixá-lo ao braço principal.
08	Desligar a tomada de força, conduzir o veículo de marcha ré até dentro d' água e puxar o travão de mão; as rodas traseiras devem estar submersas até o meio.
09	Ligar novamente a tomada de força.
10	Fazer sair os suportes do eixo e alinhar o lançador pelos indicadores de nível no posto do operador.
11	Ligar a embarcação de manobra.
12	Trancar o braço principal com a estrutura basculante e levantar o braço principal trancado aproximadamente 0,50 m.
13	O piloto da embarcação abre o acoplamento rápido; este, deslizando sobre o rodízio de lançamento do lançador, cai na água e afasta-se.
14	Baixar o braço principal até assentar na armação de base; enrolar o cabo do guincho, tirar o lais e prender o gato de guindaste no braço basculante.
15	Recolher novamente os suportes do eixo.
16	Desligar a tomada de força e afastar o veículo lançador.

OPERAÇÕES PARA LANÇAMENTO CONTROLADO DA EMBARCAÇÃO DE MANOBRA

NR	OPERAÇÃO
01	Recuar o veículo lançador até à beira da água. Puxar o travão de mão. Pôr a alavanca de velocidades em ponto morto.
02	Soltar, na embarcação de manobra, a correia de amarração traseira e enrolar.
03	O piloto ocupa, então, o seu lugar na embarcação de manobra.
04	Engatar uma linga de cabo de aço no gancho de suspensão do cabo do guincho; enganchar a outra ponta desta linga no acoplamento rápido do lado da cabina do piloto da embarcação de manobra.
05	Ligar a tomada de força para a bomba hidráulica do lançador.
06	Puxar e esticar o cabo do guincho.
07	Soltar o engate de garra da embarcação e fixá-lo ao braço principal.
08	Desligar a tomada de força, conduzir o veículo de marcha ré até dentro d' água e puxar o travão de mão; as rodas traseiras devem estar submersas até o meio.
09	Ligar novamente a tomada de força.
10	Fazer sair os suportes do eixo e alinhar o lançador pelos indicadores de nível no posto do operador.
11	Ligar a embarcação de manobra.
12	Esticar o cabo do guincho
13	Trancar o braço principal com a estrutura basculante e levantar o braço principal trancado aproximadamente 0,50 m.
14	Ativar o guincho; desenrolar o cabo lentamente..
15	A embarcação de manobra desliza para trás e imerge com sua popa na água.
16	Baixar o braço principal até assentar na armação de base e destrancá-lo da estrutura basculante.
17	Levantar o braço principal puxando, ao mesmo tempo, o cabo, até o peso da embarcação ficar suspenso no gancho do cabo.
18	Levantar o braço principal, até que a embarcação penda livremente atrás do eixo traseiro do rodízio de lançamento.
19	Largar o cabo até que a embarcação flutue livremente na água.
20	O piloto da embarcação abre o acoplamento rápido na embarcação de manobra; afastar a embarcação do lançador.
21	Pôr o braço principal para trás, até assentar na armação de base. Retirar a linga de aço. Enrolar o cabo do guincho e prendê-lo ao braço basculante.
22	Recolher novamente os suportes do eixo. Desligar a tomada de força e afastar o veículo lançador.

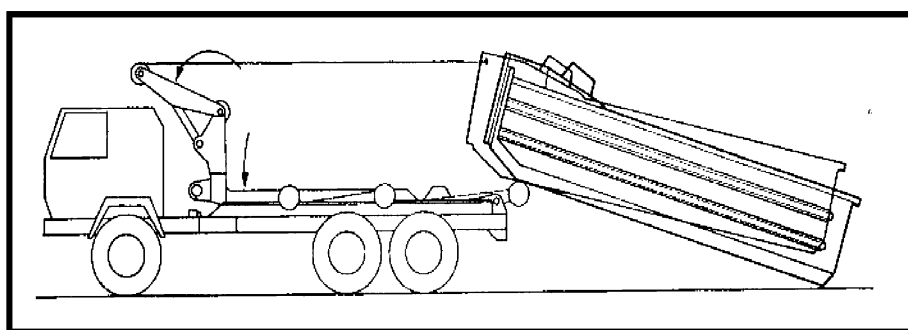



Figura 22. Operações com a embarcação de manobra

g.. Acoplamento de Módulos

1) Módulo Interior – Módulo Interior

a) Um segmento interior é mantido na corrente pela embarcação de manobra e o segmento interior avança.

b) Prender cordas nas ábitas em cruz situadas a jusante e a montante dos dois segmentos interiores.

c) Com as cordas, puxar os dois segmentos interiores um contra o outro, pelo lado do acoplamento e, quando estiverem devidamente encostados, fechar os ligadores do passadiço entre os segmentos.

d) Se os segmentos de uma ponte flutuante forem montados uns nos outros, todos os ligadores do passadiço entre os segmentos interiores têm que ser novamente abertos, antes de a ponte entrar em serviço.

e) Encaixar o tubo da alavanca na alavanca manual dos acoplamentos da correia inferior e empurrar as duas cavilhas de travamento, por meio de olhais e forquilhas de acoplamento, movendo a alavanca para o meio do segmento; os segmentos ficam; assim, ligados um ao outro.

f) Soltar as cordas.

2) Módulo Interior – Módulo de Rampa

a) Um segmento interior é mantido na corrente pela embarcação de manobra e o segmento de rampa é aproximado vindo de jusante.

b) Com as cordas, puxar os dois segmentos um contra o outro, pelo lado do acoplamento, e depois de devidamente encostados, fechar os ligadores do passadiço entre os segmentos.

c) Colocar as forquetas macho e fêmea em posição de acoplamento no segmento de rampa, ativando as duas bombas hidráulicas.

d) Encaixar o tubo da alavanca na alavanca manual dos acoplamentos da correia inferior e empurrar as duas cavilhas de travamento, por meio de olhais e forquilhas de acoplamento, movendo a alavanca para o meio do segmento; os segmentos ficam, assim, unidos um ao outro.

e) Soltar as cordas.

Figura 23. Acoplamento de módulos

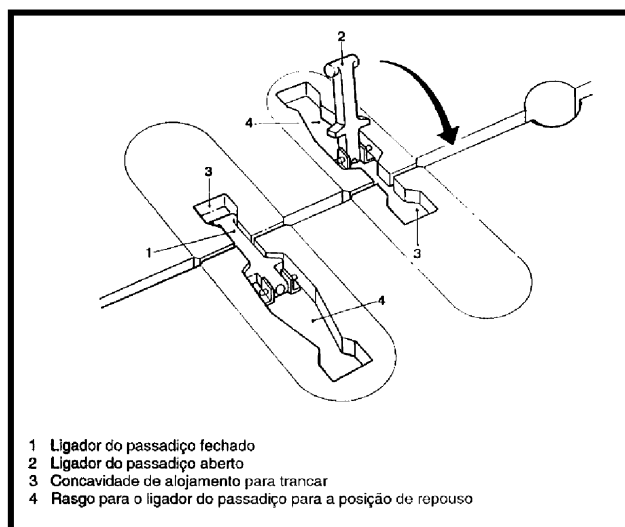



Figura 24. Ligadores de passadiço

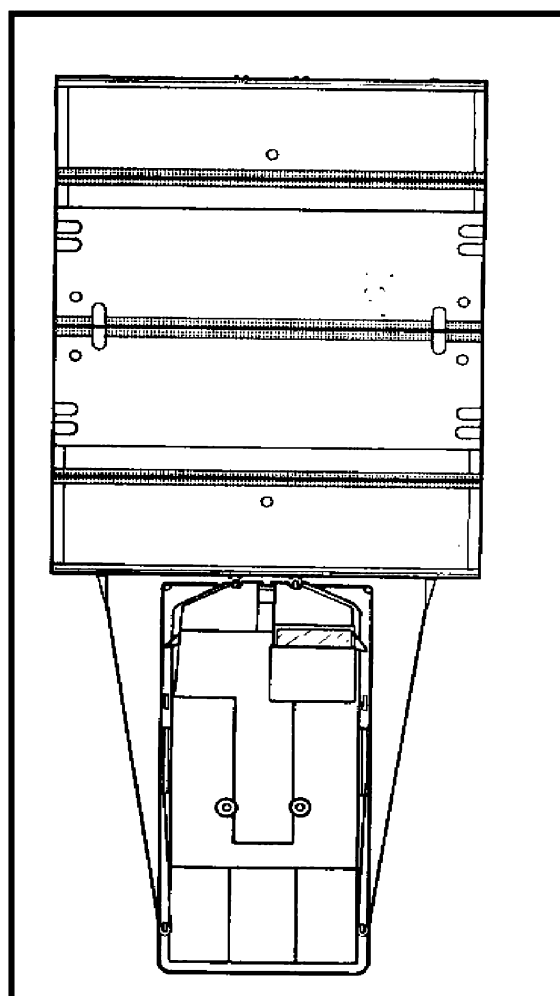



Figura 25. Acoplamento da embarcação de manobra a um módulo

5. PORTADAS

a. Operação de Portadas

1) A operação de portadas com embarcação de manobra disposta paralelamente à faixa de rodagem só pode ser utilizada com velocidade da corrente até 1,1 m/s.

b. Turma de Operação de Portada

1) A operação de portada com 04 módulos (2 SR+2SI) foi obtida com 16 militares.

POSTO/GRADUAÇÃO	EFETIVO	FUNÇÃO
Oficial	01	Cmt da Prtd
Sargento	01	Adjunto
Sd/Cb	04	Motorista
Sd/Cb	02	Piloto de embarcação de manobra
Sd/Cb	02	Auxiliares do piloto
Sd/Cb	04	Turma de montagem
Sd/Cb	02	Turma de ancoragem

Figura 26. Turma de operação de portada

c. Operação de Portada com embarcação de manobra perpendicular à faixa de rodagem

CLASSE MILITAR DAS PORTADAS C/ EMBARCAÇÃO DE MANOBRA PERPENDICULAR Á FAIXA DE RODAGEM

TIPO	CARREGAMENTO NORMAL
Portada 3 módulos (2SR+1SI)	Classe 30
Portada 4 módulos (2SR+2SI)	Classe 70
Portada 5 módulos (2SR+3SI)	Classe 80
Portada 6 módulos (2 SR+4SI)	Classe 90
Portada 7 módulos (2SR+5SI)	Classe 100 R

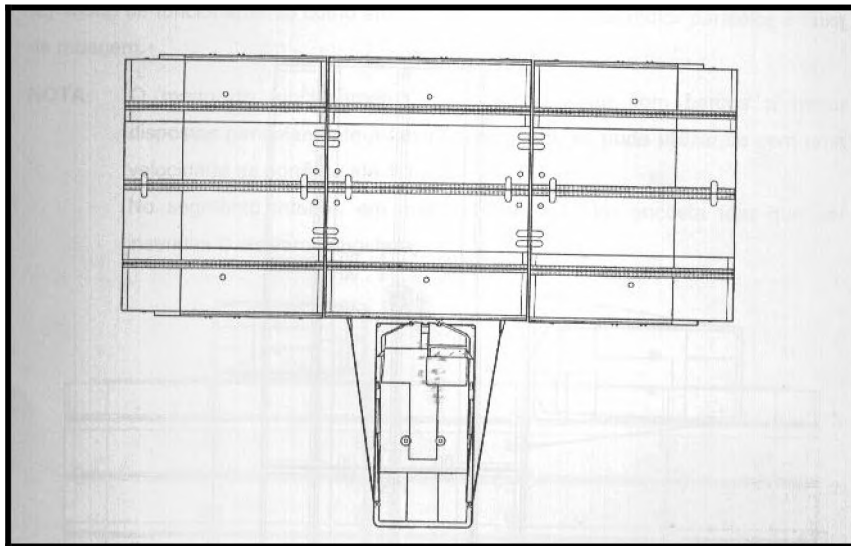



Figura 27. Portada de três módulos com embarcação perpendicular à faixa de rodagem

Figura 28. Portada com embarcações perpendiculares à faixa de rodagem

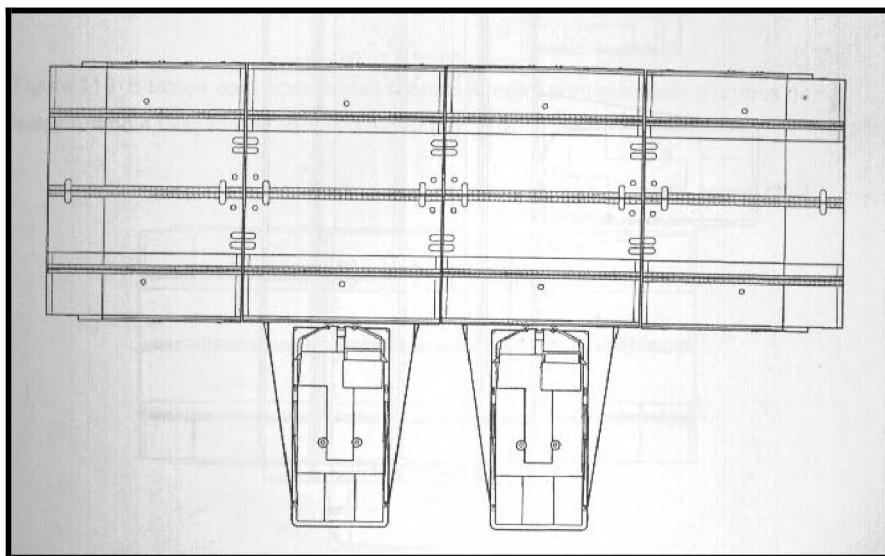



Figura 29. Portada de quatro módulos com embarcações perpendiculares à faixa de rodagem

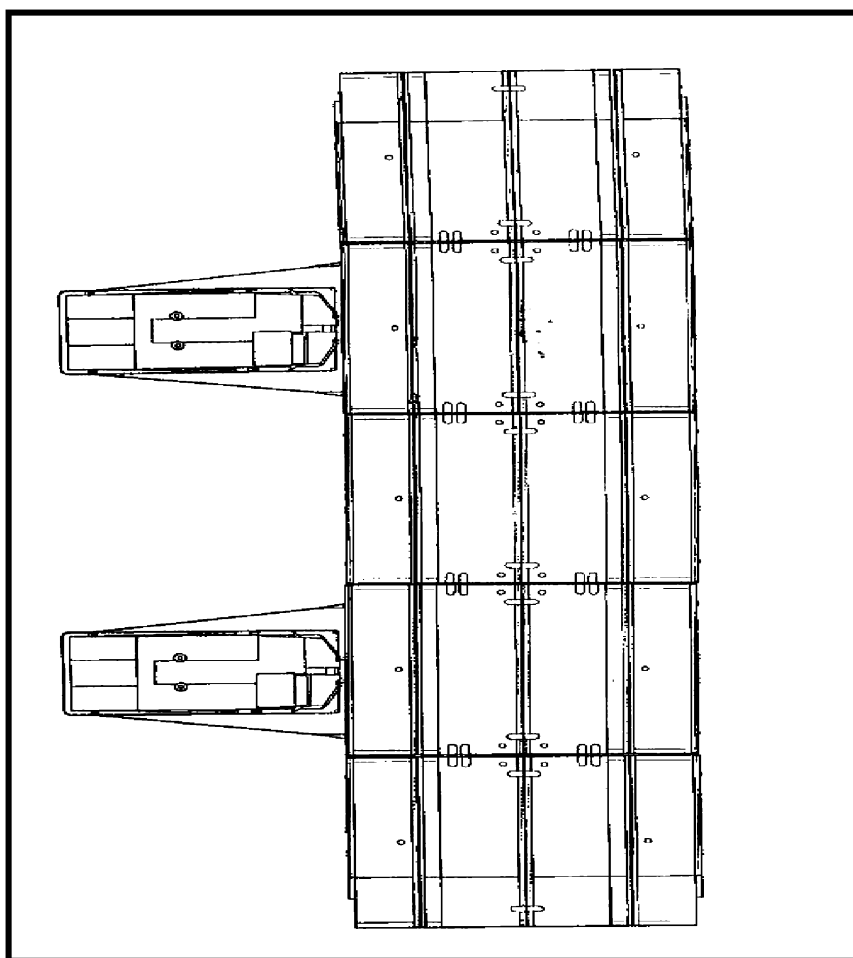



Figura 30. Portada de cinco módulos com embarcações perpendiculares à faixa de rodagem

OBSERVAÇÕES

PROFUNDIDADE MÉDIA (M)	VEL MÁXIMA ÁGUA (M/S) CARREGAMENTO NORMAL
1,0	1,6
1,5	2,1
2,0	2,4
3,0	2,8
3,5	2,9
6,0	3,0

RESTRIÇÕES AO CARREGAMENTO PARA VEL MÁXIMA ACIMA DE 3,0 M/S

PROFUNDIDADE	VEL MÁXIMA ÁGUA (M/S)	PORTADA	CLASSE PERMITIDA
Profundidade média acima de 6,0 m	3,5	Portada 3 módulos	Classe 12
		Portada 4 módulos	Classe 24
		Portada 5 módulos	Classe 40
		Portada 6 módulos	Classe 50
		Portada 7 módulos	Classe 60

d. Operação de Portada com embarcação de manobra paralela à faixa de rodagem

1) O modo de operação com embarcação de manobra paralela à faixa de rodagem somente poderá ser utilizado com velocidade da correnteza **até 1,1 m/s.**

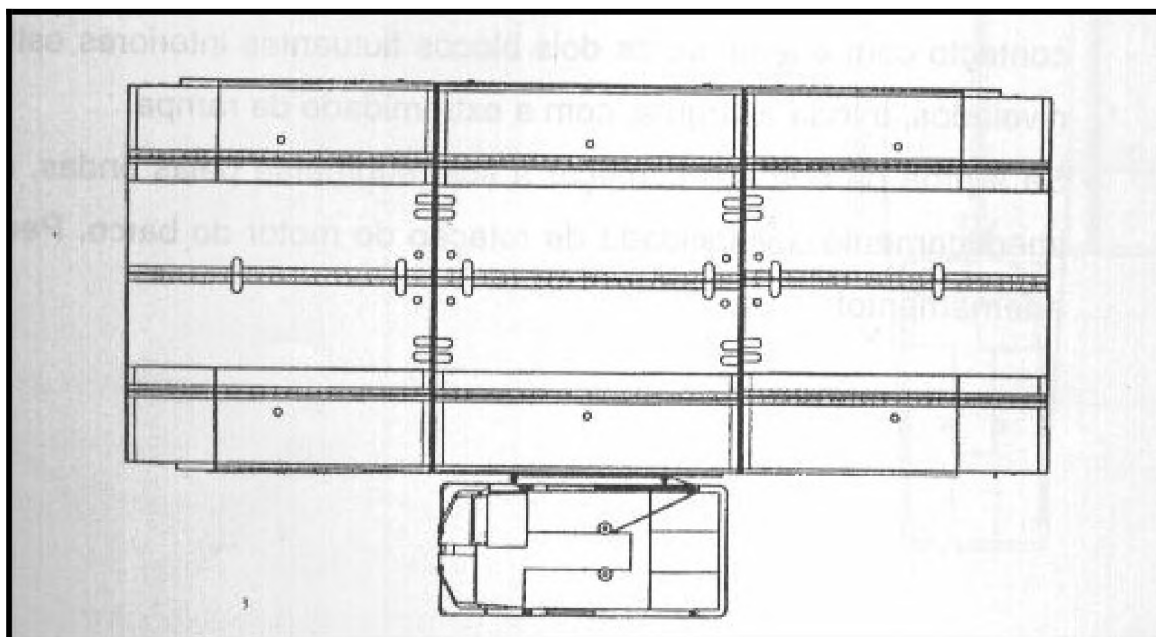



Figura 31. Portada de três módulos com embarcação paralela à faixa de rodagem

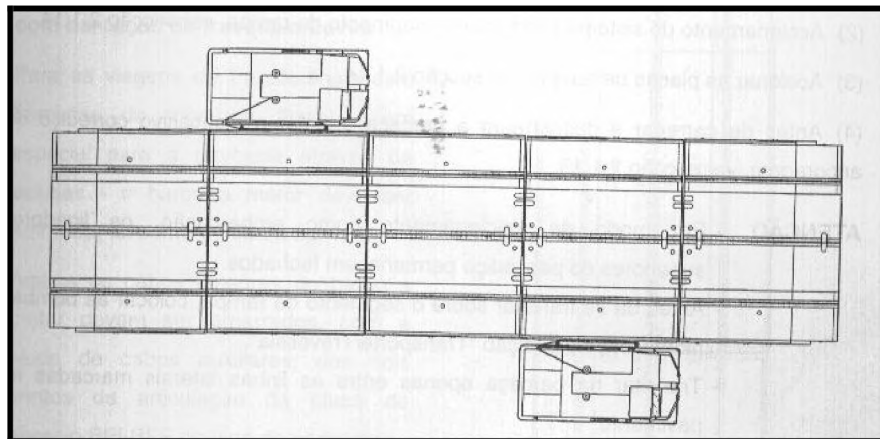



Figura 32. Portada de cinco módulos com embarcações paralelas à faixa de rodagem

Figura 33. Navegação de Portada Ribbon Bridge FFB 2000 – Krupp/Man

Figura 34. Atracação de Portada Ribbon Bridge FFB 2000 – Krupp/Man

6. PONTES

a. Operação de Pontes

1) Na ancoragem de pontes a terra devem usar-se cabos de ancoragem de diâmetro de 12 mm. O ângulo de amarração em relação à margem deve corresponder à cerca de 45°

2) Em vez de ancoragem a terra, ou juntamente com esta, a ponte flutuante pode também ser imobilizada com embarcações de manobra no alinhamento da ponte. Por cada embarcação de manobra ou cabo de âncora podem ser mantidos, contra a corrente:

NÚMERO DE SEGMENTOS POR EMBARCAÇÃO DE MANOBRA PARA ANCORAGEM DE PONTES

VELOCIDADE DA CORRENTE (m/s)	SEGMENTOS
0 até 1,0	Até 6
1,01 até 1,8	Até 5
1,81 até 2,1	Até 4
2,11 até 2,7	Até 3
2,71 até 3,5	Até 2

CARACTERÍSTICAS DAS PONTES

CARACTERÍSTICAS	PONTE
CAPACIDADE MÁXIMA VIA ÚNICA	Classe 70
CAPACIDADE MÁXIMA DUAS VIAS	Classe 16

DISTÃNCIA SEGURANÇA ENTRE VEÍCULOS PARA TRAVESSIA

Carregamento Normal	30 metros
Carregamento Excepcional	50 metros

VELOCIDADE MÁXIMA PARA TRAVESSIA

Carregamento Normal – Até Classe 40 - Até Classe 70	25 Km/h 10 Km/h
Carregamento Excepcional – Classe 100 R	3 Km/h

OBSERVAÇÕES

PROFUNDIDADE	CARREGAMENTO VIA ÚNICA	CARREGAMENTO DUAS VIAS
PROFUNDIDADE MÉDIA (M)	VEL MÁXIMA ÁGUA (M/S)	VEL MÁXIMA ÁGUA (M/S)
1,0	1,6	1,3

1,5	**2,1**	**1,8**
2,0	**2,4**	**2,1**
3,0	**2,7**	**2,5**
3,5	**3,0**	**2,8**
6,0	**3,5**	**3,3**

DADOS MÉDIOS DE CONSTRUÇÃO DE PONTES

NÚMERO DE MÓDULOS CENTRAIS	NÚMERO DE MÓDULOS DE RAMPA	COMPRIMENTO DA PONTE (m)
4	**2**	**40,2**
5	**2**	**46,9**
6	**2**	**53,6**
7	**2**	**60,3**
8	**2**	**67,0**
9	**2**	**73,7**
10	**2**	**80,4**
11	**2**	**87,1**
12	**2**	**93,8**
13	**2**	**100,5**
14	**2**	**107,2**
15	**2**	**113,9**
16	**2**	**120,6**
17	**2**	**127,3**
18	**2**	**134,0**

8. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Exército Brasileiro. **Ponte Flutuante Dobrável – Modelo Alemão.** Aditamento ao Boletim Interno da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: DME, nº 60, 1993.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Ponte Ribbon Bridge.** Boletim Técnico da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: DME, nº 19, p. 37-55, 1992.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Ribbon Bridge.** Aditamento ao Boletim Interno da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: DME, nº 243, p. 01-04, 1978.

KRUPP, FORDERTECNIK GMBH / MAN GUTEHOFFNUNGSHUTTE AG. **Ponte Flutuante Retrátil FFB 2000.** Manual de Descrição e Operação. 1996.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Ponte Dobrável Flutuante Ribbon Bridge FFB 2000 – KRUPP / MANN**. Pontes Leves e Pesadas. 1998.

US ARMY. **Combat Engineer Systems Handbook.** Fort Leonard Wood, Missouri, USA: US Army Engineer School, 1990.

US ARMY. **Engineer Field Data. FM 5-34.** Washington, DC: 1987.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

PONTE BAILEY UNIFLOTE

1. INTRODUÇÃO

A Ponte Bailey Uniflote consiste em uma superestrutura (formada por peças padronizadas da Equipagem Bailey) apoiada sobre suportes flutuantes (formados pela combinação de módulos flutuantes padronizados – uniflotes).

Para melhor organizar o carregamento e alcançar, por motivos práticos, a capacidade de suporte de cargas Classe 32, com segurança, decidiu-se institucionalizar, no Exército Brasileiro, uma Ponte Dupla-Simples (DS), Classe 32 (tipo A), com cerca de 230 metros de comprimento, com a equipagem de ponte da Companhia de Ponte de Painéis Flutuante.

A companhia supra designada tem, como missão principal manter e transportar as peças padronizadas que permitem o lançamento da ponte flutuante acima, dividida em sete lances de 24,3 metros e dois lances de 30,4 metros articulados por peças especiais.

Existem outros tipos de combinações de Ponte Bailey Uniflote (tipos B/C/D/E/F/G/H) os quais não serão estudo de nosso interesse.

É indispensável a utilização do Manual Técnico da Ponte de Painéis Tipo Bailey M2 Montada sobre Suportes Flutuantes – T5-277 – 2ª Parte (Volume I e Volume II).

Figura 1. Ponte Bailey Uniflote, Rio Jacuí, Cachoeira do Sul, RS, 1998

2. SUPORTES FLUTUANTES

a. Generalidades

Os suportes flutuantes consistem de módulos combinados, adequadamente calculados para suportar a superestrutura da ponte e sua carga. Embora seja possível combinar qualquer número de módulos, obtendo diversos tipos de suportes, serão abordados somente dois tipos: de três e seis uniflotes, que são utilizados na ponte padrão.

b. Triflote – Suporte de Lance Flutuante Ordinário

Suporta uma seção final do Lance Flutuante Intermediário ou os Lances Flutuantes Ordinários. É constituído de três uniflotes, acoplados topo a topo (com as proas).

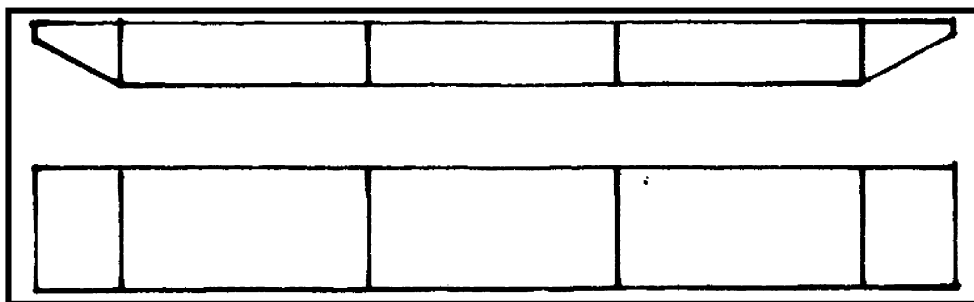



Figura 2. Triflote

c. Sixflote – Suporte de Lance Misto

Suporta, simultaneamente, uma seção final do Lance Flutuante Intermediário e uma extremidade do Lance Misto. É constituído de seis uniflotes (dois triflotes unidos topo a topo, acoplados lado a lado, com as respectivas proas).

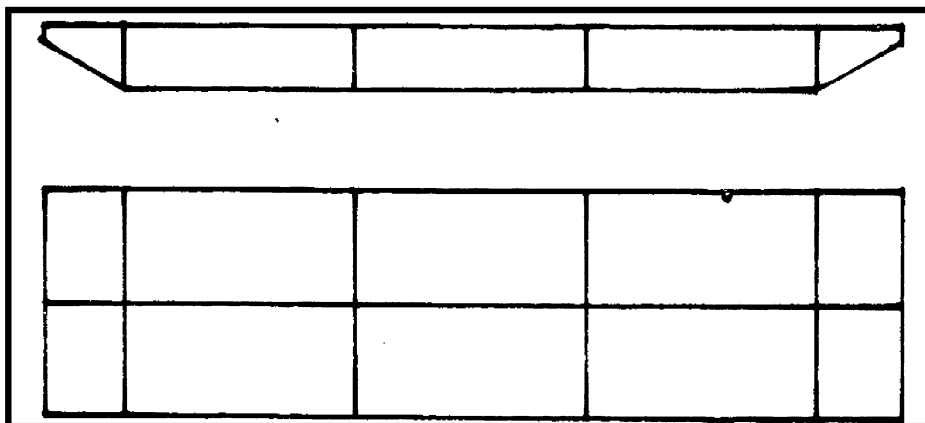



Figura 3. Sixflote

3. TIPOS DE LANCES

a. Generalidades

Lance é o trecho da ponte compreendido entre dois pontos de articulação apoiado por dois suportes.

b. Lance Flutuante Ordinário (LFO)

É o trecho interno de ponte que possue, em cada extremidade, um triflote autônomo, destinado à ligação com a extremidade do Lance Flutuante Intermediário ou com outro Lance Flutuante Ordinário.

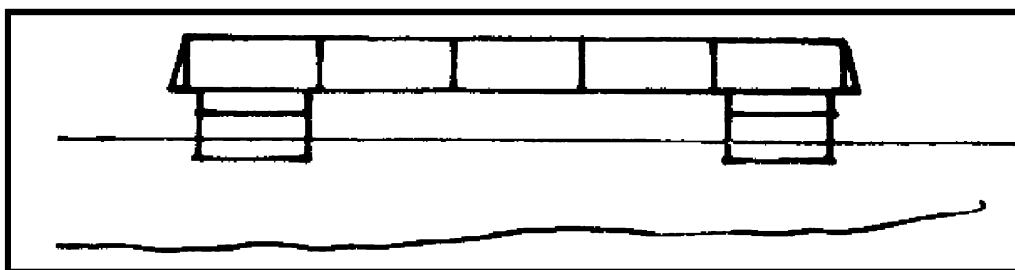



Figura 4. Lance Flutuante Ordinário (LFO)

Figura 5. Construção de um Lance Flutuante Ordinário (LFO)

c. Lance Misto (LM)

É o trecho de ponte que tem apoio, respectivamente, na margem e no sixflote, onde se liga com a extremidade do Lance Flutuante Intermediário.

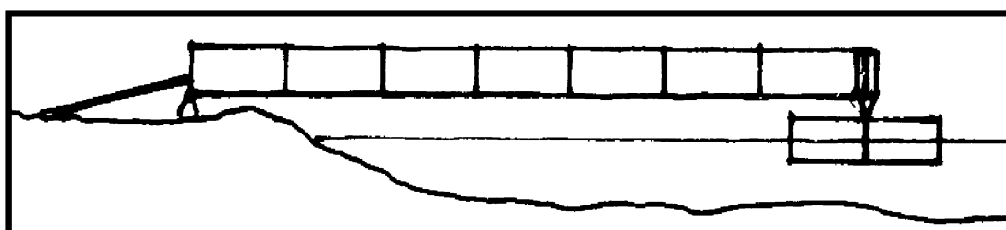



Figura 6. Lance Misto (LM)

Figura 7. Construção de Lance Misto (LM)

d. Lance Flutuante Intermediário (LFI)

É o trecho de ponte que se apoia respectivamente no sixflote (onde com ele se articula) e tem a outra extremidade num triflote autônomo. Essa última extremidade acopla-se com um Lance Flutuante Ordinário, ou com outro LFI.

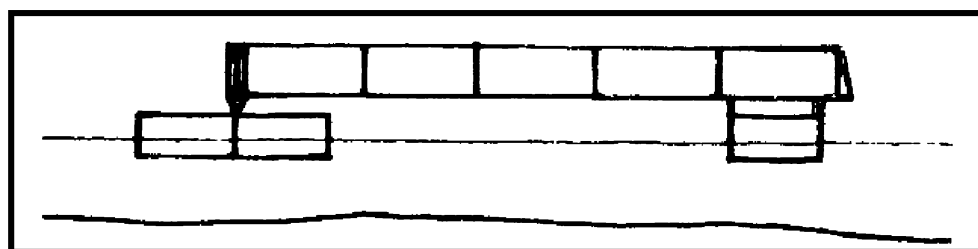



Figura 8. Lance Flutuante Intermediário (LFI)

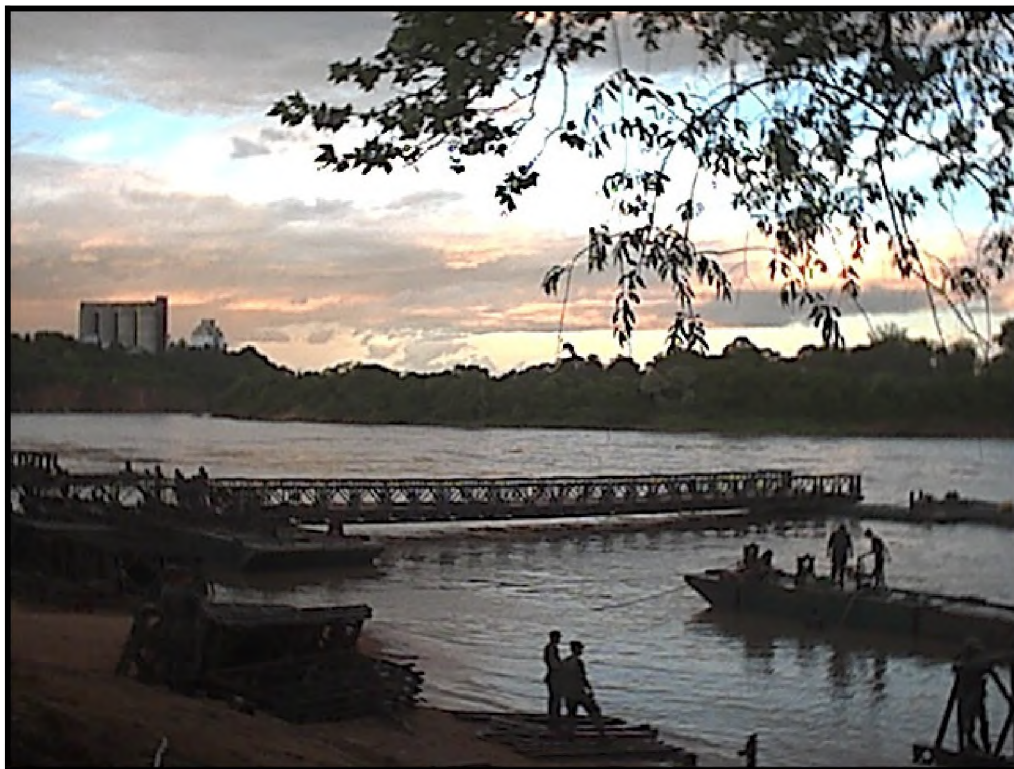



Figura 9. Construção de um Lance Flutuante Intermediário (LFI)

4. TIPOS DE PONTES

a. <u>Generalidades</u>

Com a equipagem da Companhia de Ponte de Painéis Flutuantes é possível montar diversos tipos de pontes, cujas capacidades de suporte (mantida a superestrutura DS) variam segundo o número de seções do maior lance e do tipo dos suportes flutuantes. Abstraindo-se o problema da capacidade, é possível montar os seguintes tipos de pontes:

1) Dois Lances Mistos apoiados em um sixflote.

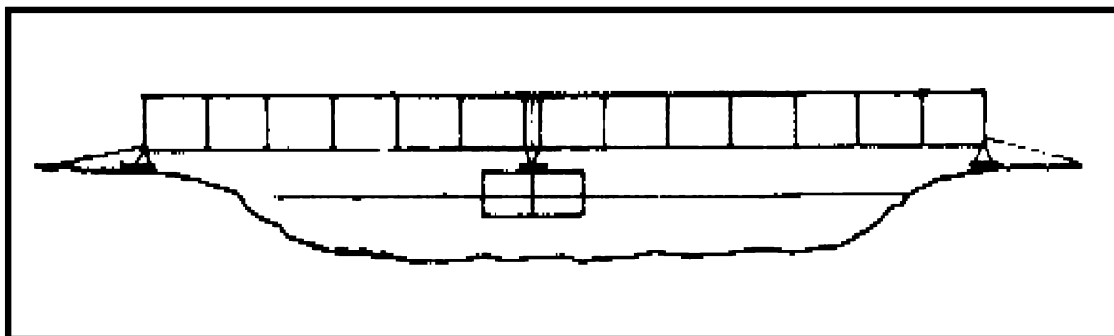



Figura 10. Dois LM

2) Dois Lances Mistos e dois Lances Flutuantes Intermediários.

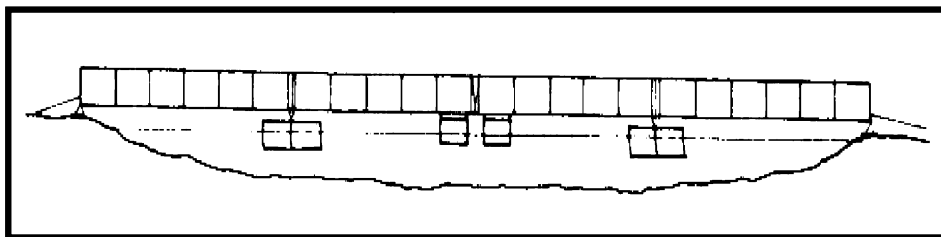



Figura 11. Dois LM e dois LFI

Figura 12. Exemplo de ponte com dois LM e dois LFI

3) Dois Lances Mistos, dois Lances Flutuantes Intermediários e um ou mais Lances Flutuantes Ordinários.

Figura 13. Dois LM, dois LFI e um LFO

Figura 14. Exemplo de ponte com dois LM, dois LFI e cinco LFO

5. COMPOSIÇÃO DE UMA EQUIPAGEM

EQUIPAGEM DE PONTE BAILEY UNIFLOTE (230 m)

NOMENCLATURA	QUANTIDADE	PESO (Kg)
Ábita	32	20,0
Alavanca de painel	08	21,77
Algema D para 0,5 ton	20	0,10
Barra de transporte	80	3,63
Base do guincho	32	44,0
Berço	16	30,8
Braçadeira de travessa	680	3,17
Cabo de aço de ½ (30 m)	32	-
Cabo de sisal de ½ (80 m)	04	32,8
Chapa de ligação	60	1,59
Chave de catraca de 50 mm	32	7,0
Chave de manivela de 28 mm	40	0,75
Chave fixa reta de 28 mm	60	1,5
Chave fixa reta de 50 mm	32	2,0
Contrapino	1036	0,06
Contravento diagonal	152	30,85
Cunha de madeira (par)	40	-
Elevador de painel	04	103,05
Elo de junção	08	16,3

Ponte Bailey Uniflote - 8

Engate MK II	24	12,7
Escora	188	10,0
Estrado de passadeira	76	41,17
Estrado de viga de rampa com botões	08	157,9
Estrado de viga de rampa simples	16	153,3
Estrado de viga de tabuleiro com botões	152	121,0
Estrado de viga de tabuleiro simples	304	117,9
Extrator de pinos	04	8,10
Guincho	32	136,0
Linga de aço 1” x 1,80	12	-
Macaco de 15 ton com catraca	08	58,06
Macaco hidráulico 35 ton com adaptador painel	08	50,0
Madeira de fundação 0,08 x 0,16 x 1,40 m	48	-
Madeira de fundação 0,16 x 0,16 x 1,40 m	144	-
Marreta de 8 libras	12	3,60
Martelo acolchoado	48	1,80
Mesa de reforço	128	96,0
Mesa de reforço chanfrada fêmea	08	69,0
Mesa de reforço chanfrada macho	08	69,0
Painel	304	261,5
Painel de âncora	32	263,0
Parafuso de contravento	984	0,453
Parafuso de painel	256	3,4
Parafuso de rodapé	640	2,04
Parafuso especial para unha	128	3,4
Peça de ancoragem completa com piquetes	12	36,5
Pedestal de rampa	08	48,18
Pino de contravento diagonal	60	-
Pino de painel	884	2,78
Pino de uniflote	152	2,50
Piquete de aço	50	0,45
Placa base	08	172,8
Poste de corrimão	152	4,53
Poste de junção fêmea (BB 69)	08	91,0
Poste de junção macho (BB 68)	08	67,0
Poste de ligação fêmea (BB 40)	24	92,0
Poste de ligação macho (BB 41)	24	88,0
Poste terminal fêmea	04	54,89
Poste terminal macho	04	54,89
Pranchão	1040	29,5
Pranchão de junção	44	67,0
Proa	16	900,0
Popa	16	900,0
Quadro de contravento	152	19,96
Rolete de lançamento	16	93,4
Rolete de montagem	32	52,62
Saco para componentes	60	-
Sapata do macaco	08	16,33
Sapata do rolete de lançamento	16	35,4
Sapata do rolete de montagem	32	9,98
Suporte curto UG 2	04	62,0
Suporte longo TSU 37/4	12	244,0
Suporte de passadeira	152	9,98
Suporte MK II – UG 3	48	18,0

Tenaz	40	5,90
Travessa	190	280.3
Unha para âncora	128	30,0
Uniflote	48	3100,0
Vigota de rodapé	160	73,48

Figura 15. Material Bailey Uniflote

Figura 16. Canteiro de trabalho de material Bailey Uniflote

6. COMPONENTES PRINCIPAIS

a. Generalidades

1) Tipos de articulações e apoio dos lances

a) Tipo "A": Articulação do Lance Misto com o Lance Flutuante Intermediário.

b) Tipo "B": Articulação de dois Lances Flutuantes Ordinários ou destes com o Intermediário.

COMPONENTES PRINCIPAIS DE ARTICULAÇÃO NOS LANCES

Designação	Onde é Empregado	Quantidade	Referência Britânica
Poste macho de junção de lance	Articulação tipo "A"	Um por treliça	BB 68
Poste fêmea de junção de lance	Articulação tipo "A"	Um por treliça	BB 69
Engate de elevação do nariz de lançamento MK II	Articulação tipo "A"	Um por treliça	BB 65
Elo de junção	Articulação tipo "A"	Um por treliça	BB 166
Suporte curto de distribuição – Tipo Ímpar	Articulação tipo "A, em suportes com número ímpar de triflotes	Idem	TSU 37/4
Suporte curto de distribuição – Tipo Par	Articulação tipo "A", em suportes com número par de triflotes	Dois por Suporte de Lance Misto	UG 2
Poste macho de ligação de lance	Articulação tipo "B"	Um por treliça	BB 40
Poste fêmea de ligação de lance	Articulação tipo "B"	Um por treliça	BB 41
Suporte longo de distribuição	Articulação tipo "B"	Quatro por suporte flutuante de Lance Ordinário e de extremidade do Lance Flutuante Intermediário	UG 3
Pranchão de junção	Nos trechos entre os postes	Três por articulação tipo "A" Seis por articulação tipo "B"	BB 38

b. Uniflote

1) Descrição

a) Módulo paralelepipédico de aço, de 5,41 m de comprimento por 2,73 m de largura e 1,21 m de profundidade (de engate a engate), que pesa 3,4 toneladas curtas, provido de 12 "jogos" de engate, semelhantes ao dos painéis (no convés) e com formato de gancho para baixo ou para cima (no fundo).

b) Cada jogo de engate macho consiste em um batente (no convés) e um gancho para cima (no fundo).

c) Cada jogo de engate fêmea consiste de uma mandíbula (no convés) e um gancho para baixo (no fundo).

d) O Módulo está dividido em três compartimentos estanques, providos de escotilhas com bujão de enchimento (onde se aplica ar comprimido) e um bujão de esvaziamento, que possue um tubo que alcança o fundo, próprio para a saída de água.

2) Acessórios do uniflote

a) Unidades de proa e popa – São peças projetadas, conforme o nome indica, para serem colocadas no topo dos uniflote. Possue uma face igual ao topo do uniflote e outra em forma de triângulo retângulo, com ângulos de 30 e 60 graus.

3) Capacidade

a) A capacidade de um uniflote é de 11,2 toneladas curtas (10 ton métricas), mantendo 0,23 m de borda livre.

b) O uniflote afunda 0,076 m por 1018 Kg de carga aplicada. Portanto, em virtude de seu peso próprio, seu calado leve é de 0,23 m.

c) O efeito de carregamento máximo (11,2 ton curtas) obriga o uniflote a afundar 0,76 m, que somados ao calado leve, resulta no calado de 0,99 m e em 0,23 m de borda livre.

4) Formação dos suportes flutuantes

a) A operação de engate dos uniflotes é executada de maneira simples, obedecendo a quatro estágios.

b) Dois uniflotes são colocados lado a lado, dois homens atam duas amarras na argola do flutuador de engates machos e transpassam-nas na argola do flutuador de engates fêmeas.

c) A seguir, os homens das amarras aproximam-se da borda macho afundando o engate de gancho para cima, situado sob seus pés; ao mesmo tempo, os dois homens, no outro flutuador, dão um passo atrás, levantando o engate de gancho para baixo do segundo uniflote; sob pressão das amarras, os ganchos se engrazam.

d) Após a operação anterior, os quatro homens deslocam-se no sentido inverso ao que fizeram, completando a ligação horizontal dos uniflotes.

e) Finalmente, os homens pré-designados permanecem tesando as amarras, postados na borda oposta à que vinham trabalhando, enquanto os demais colocam os pinos do uniflote.

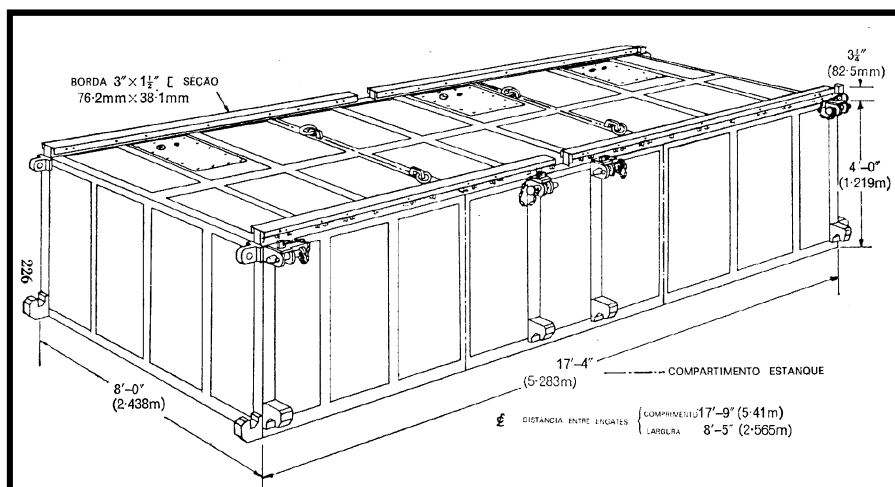



Figura 17. Uniflote

c. Suporte de distribuição longo TSU 37/4

1) Consiste numa vigota de perfil laminado que tem aletas perfuradas, providas de pinos para encaixar, de borda a borda, num mesmo uniflote, segundo os parâmetros de largura e tipo da ponte.

2) Em cada extremidade do perfil do TSU 37/4 existem furos que permitem ligar vários elementos iguais que, desta forma, ficam contraventados para receber os elos de ligação autônomos de cada treliça.

3) É empregado sempre que o Suporte de Lance Misto contenha um número ímpar de triflotes.

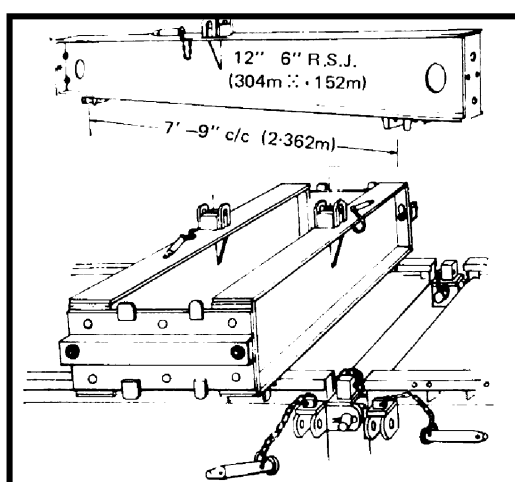



Figura 18. Suporte de distribuição longo TSU 37/4

d. Suporte de distribuição curto UG 2

1) É empregado entre as bordas adjacentes de dois uniflotes constituintes dos Suportes de Lance Misto, composto de número par de triflotes.

2) É um bloco compacto de quatro berços côncavos, espaçados segundo os parâmetros das treliças dos diversos tipos de pontes, provido de aletas e parafusos para encaixe nas bordas dos uniflotes.

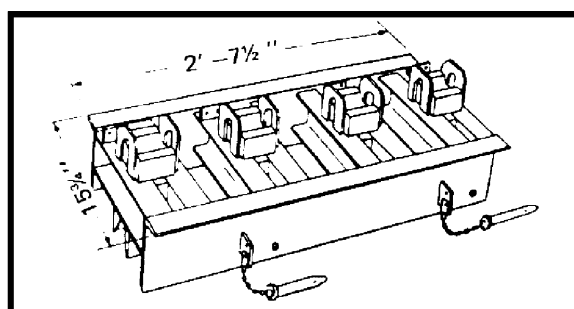



Figura 19. Suporte de distribuição curto UG 2

e. Suporte de distribuição UG 3

1) Consiste num apoio construído com perfis tipo "C", um dos quais pode encaixar-se nas bordas dos módulos constituintes dos apoios dos Lances Flutuantes Ordinários ou Seção Final dos Lances Flutuantes Intermediários.

2) A parte superior contém apoios e batentes espaçados segundo os parâmetros DS, providos de tranquetas que prendem a mesa inferior dos painéis.

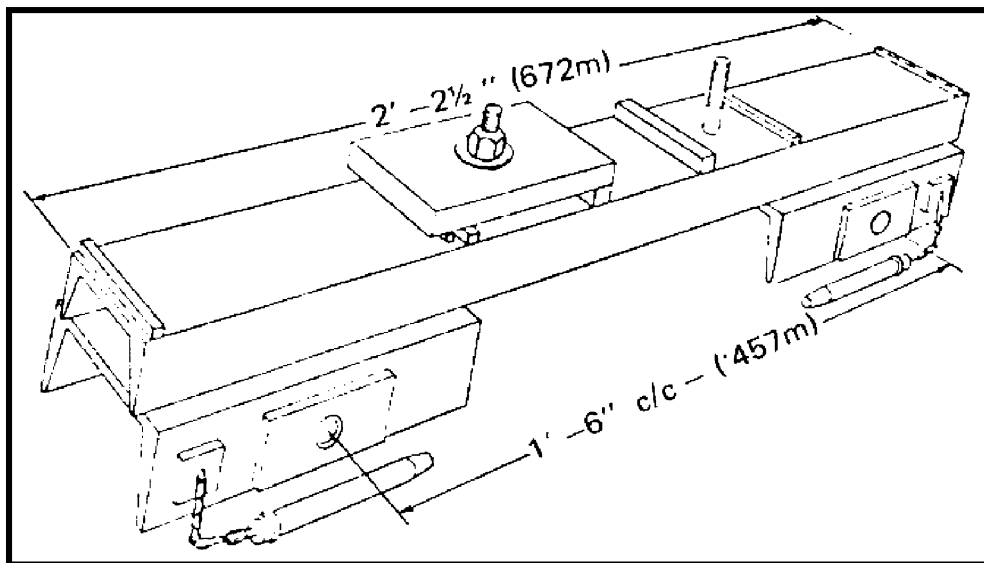



Figura 20. Suporte de distribuição UG 3

f. Postes de ligação BB 40/BB 41

1) Poste de ligação de lance BB 40 – macho.
2) Poste de ligação de lance BB 41 – fêmea.
3) Destinam-se a ligar:
   a) Dois Lances Flutuantes Ordinários ou
   b) Dois Lances Flutuantes Intermediários ou
   c) Um Lance Flutuante Ordinário com um Intermediário.

4) De um lado, os postes são macho ou fêmea para serem ligados aos painéis; no outro, os postes de ligação contêm: em baixo, uma mandíbula bifurcada que permite somente a ligação de dois postes de natureza diferente; em cima, um batente que se fecha sob o efeito da carga na articulação, transmitindo-a pelos seis suportes mais próximos ao local da articulação fechada.

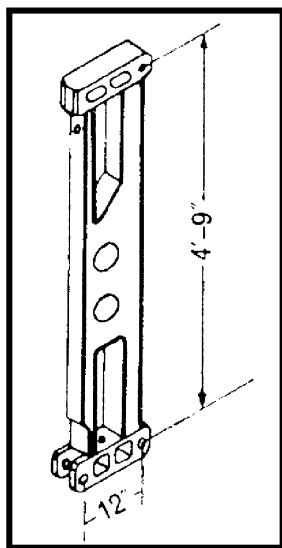



Figura 21. Poste de ligação de lance BB 40 – macho

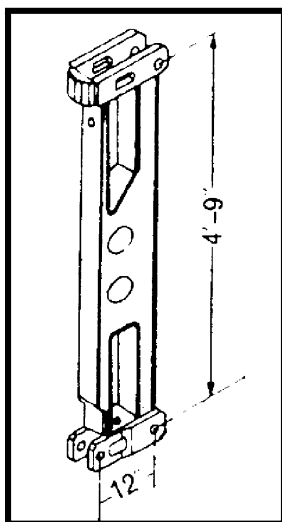



Figura 22. Poste de ligação de lance BB 41 – fêmea

g. Poste de junção BB 68/BB 69

1) Poste de junção de lance BB 68 – macho.
2) Poste de junção de lance BB 69 – fêmea.
3) Estes postes são armações de aço de chapa e barra, tendo num lado um par de batentes macho (BB 68) ou um par de mandíbulas fêmeas (BB 69), pelas quais são fixados ao painel Bailey.
4) A parte superior também tem, na extremidade oposta, um batente macho (BB 68) ou uma mandíbula fêmea (BB 69).

5) As partes inferiores (que são mais compridas que as superiores) têm, cada uma, na outra extremidade, uma mandíbula de encaixe bifurcada a qual permite que dois postes de junção de lances sejam fixados entre si, neste ponto.

6) No entanto, normalmente, um macho e uma fêmea são fixados assim entre si, quando o espaço entre as mandíbulas macho e fêmea puder ser preenchido, com precisão, pela fixação do engate de elevação do nariz de lançamento MK II, BB 65.

7) Assim, os dois postes podem ser "imobilizados" juntos, durante as operações de lançamento, sendo posteriormente removido o engate de elevação do nariz de lançamento.

8) Cada poste de junção de lances tem também uma mesa de travessa com tarugo para suporte da travessa terminal do lance. Cada parte inferior tem ainda um terceiro orifício para pino de painel, em sua metade, servindo de soquete na face inferior. O elo de junção é fixado nestes soquetes.

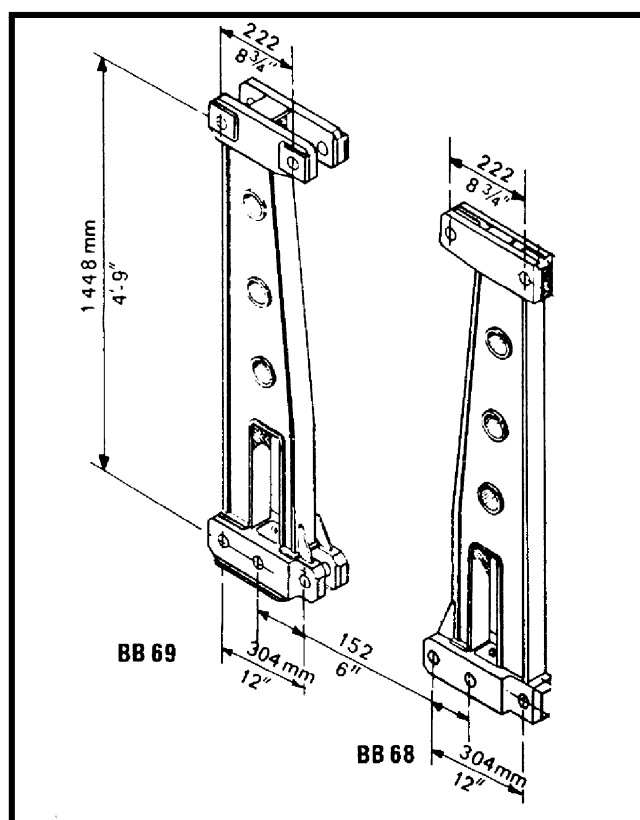



Figura 23. Postes de junção de lance BB 68 (macho) e BB 69 (fêmea)

h. <u>Elo de junção BB 166</u>

1) É uma peça fabricada em aço de forma triangular, com duas mandíbulas macho na parte superior, com que se fixam à parte inferior dos dois postes de junção de lances.

2) Formam a parte articulada, pela qual se transmitem as cargas dos postes de junção de lances aos apoios da ponte. Na parte inferior tem um apoio cilíndrico maciço que se assenta nos apoios côncavos e semi-circulares dos suportes de distribuição.

3) A introdução de um par de postes de junção de lances entre as treliças dos lances Bailey subsequentes, forma um lance de 2 pés (0,61 m) no tabuleiro. Esse lance é preenchido com pranchões de junção BB 38.

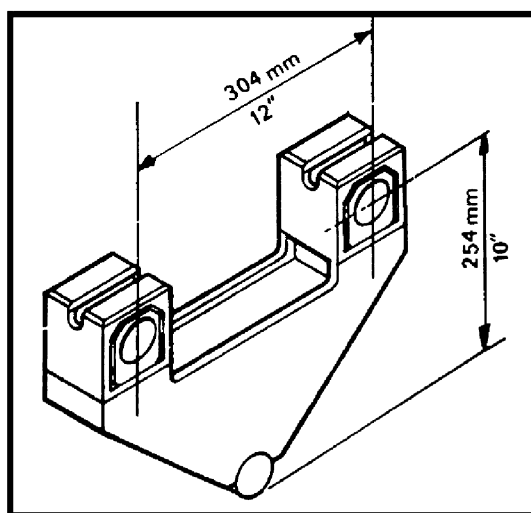



Figura 24. Elo de junção BB 166

i. <u>Pranchão de junção BB 38</u>

1) Consiste de uma peça soldada com um determinado número de perfis de pequena dimensão, que suportam um estrado coberto de madeira.

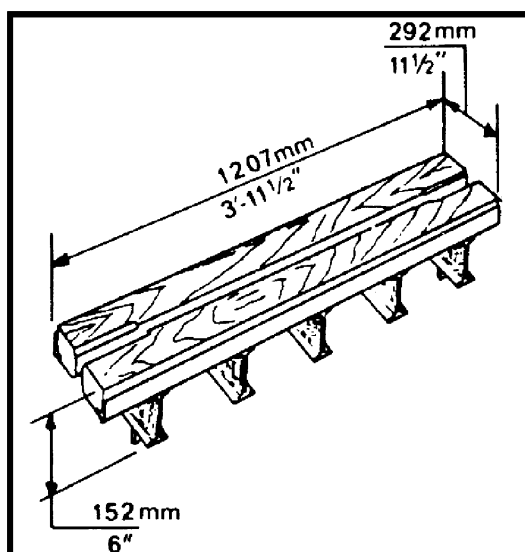



Figura 25. Pranchão de junção BB 38

7. SUPORTES FLUTUANTES (APOIOS FLUTUANTES)

a. Suporte Flutuante Comum

1) Após a preparação dos canteiros de trabalho, as viaturas transportadoras dos uniflotes chegam à primeira margem para serem descarregadas com auxílio dos guindastes.

2) Os uniflotes e proas são lançados na água e podem ser imediatamente conectados para formação de triflotes e Suportes de Lance Misto (sixflote). A seguir, os suportes flutuantes são aparelhados segundo o destino a que são propostos.

3) Os triflotes são aparelhados com suportes UG 3 (dois de cada borda) obedecendo os parâmetros da ponte tipo M2-DS.

4) Os suportes de seis módulos (sixflote) são aparelhados com suportes curtos UG 2 segundo os mesmos parâmetros.

5) Em seguida, todos os suportes flutuantes recebem, nas respectivas proas e popas, um guincho de ancoragem.

6) É oportuno, também, não aparelhar totalmente, os uniflotes, pois podem servir como estrutura auxiliar ou meio de transporte de máquinas para a segunda margem.

8. MÉTODO DE LANÇAMENTO

a. Generalidades

1) O lançamento da Ponte Bailey Uniflote admite inúmeros expedientes, nem sempre previstos nos manuais militares ou na literatura civil sobre o assunto.

2) Para efeitos de dotação, o Exército Brasileiro planejou um determinado tipo de ponte (DS), individualizando seus componentes; entretanto, as circunstâncias concretas é que devem determinar o tipo preciso de estrutura a ser lançada, para que se possa organizar o carregamento mais econômico.

3) Por isso, ressalta-se o valor do reconhecimento e do planejamento, pois na construção da ponte, ganham excepcional relevo: a altura das margens, a maior classe de viatura que trafegará sobre a ponte e a largura do rio.

b. Processos de Montagem e Lançamento

1) Processo em balanço (dos roletes para a borda do uniflote)

a) Em primeiro lugar a ponte pode ser lançada pelo processo ordinário (em balanço) porém não há necessidade de nariz de lançamento, permanecendo sempre a imposição de manter uma cauda maior que a porção situada à frente dos roletes de lançamento; a primeira seção da ponte deve ser lançada sem tabuleiro e precedida dos postes BB 40 ou BB 41.

b) Não deve ser empregado este processo na ocorrência de grande diferença de nível entre as bordas do triflote e o topo dos roletes de lançamento; o triflote deve estar bem ancorado, a espera da ponte, a cauda da ponte deve estar ancorada por um

sarilho; dois homens postados sobre o triflote devem guiar a ponte sobre os aparelhos de apoio da superestrutura com o suporte flutuante.

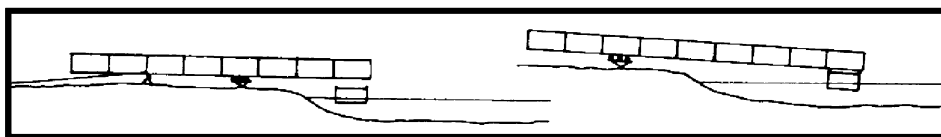



Figura 26. Processo em balanço

2) Processo do triflote do largo (da borda do uniflote para os roletes)

a) O triflote do largo (do lance considerado) pode ser navegado para bem junto da margem e a construção ser iniciada de suas bordas para os roletes de lançado, prosseguindo normalmente.

b) O processo exige que haja uma boa profundidade junto à margem e madeira de fundação adequada para elevar a cauda da superestrutura até o topo dos roletes.

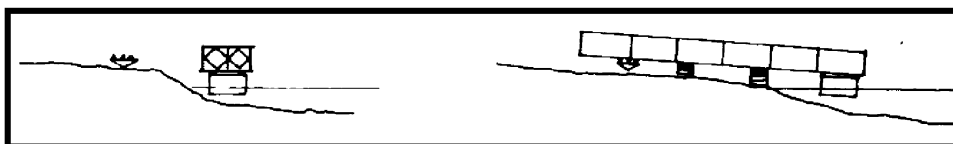



Figura 27. Processo do triflote do largo

Figura 28. Exemplo do processo do triflote do largo

c. Manobras Elementares

1) Lance Misto e Lance Flutuante Intermediário de Segunda Margem

a) Com Triflote Auxiliar

(1) Assentados os roletes de lançamento e montagem, com as cautelas normais, um triflote auxiliar aborda o canteiro de trabalho. Por qualquer processo de montagem e lançamento descrito, inicia-se a construção do que virá a ser o Lance Misto de Segunda Margem sem necessidade de completar todo ele: a metade de suas seções, e, na ponte padrão, 5 seções do tipo DSR (ponte dupla simples com mesa de reforço).

(2) Após as 5 seções DSR (a 5ª deve conter mesas de reforço chanfradas), lançam-se os postes de ligação fechados provisoriamente com engates de elevação do nariz de lançamento; continua-se adicionar seções DS, após os postes anteriores (BB 68 e BB 69) até que o Lance Flutuante Intermediário fique completo (nove seções na ponte padrão).

(3) Coloca-se o Suporte do Lance Misto sob os postes de ligação, retirando os engates se a ausência de tensão na mesa superior de ligação o permitir, e, da mesma forma, coloca-se o triflote do Lance Flutuante Intermediário na nona seção e também os postes BB 40 ou BB 41.

(4) Após, retiram-se os painéis que foram lançados em excesso, ao que se aparelha a estrutura para navegar, transportando cinco seções de DSR e demais peças necessárias na segunda margem (pode-se também lançar todas as seções do LM).

(5) Quando o triflote auxiliar abordar a segunda margem, a parte do Lance Misto é levantada com macacos e, entre a superestrutura e o suporte auxiliar, lançam-se roletes de montagem.

(6) Através de sarilhos, a ponte é tesada para a segunda margem, até que alcance os roletes de lançamento.

(7) Caso a diferença de nível obrigue, colocam-se engates de elevação na estrutura retro descrita, para que, com a adição de duas ou três seções (sem tabuleiro) alcance os roletes de lançamento, quando a ponte é tesada mais ainda, até passarem os engates (que são retirados) e o Lance Misto prossegue até o final.

b) Sem Triflote Auxiliar

(1) O triflote autônomo do Lance Flutuante Intermediário aborda o canteiro de trabalho e a construção da superestrutura tem início por qualquer processo descrito.

(2) Após as nove seções do Lance Flutuante Intermediário, ligam-se os postes BB 68 e BB 69, devidamente fechados na parte superior com engates de elevação do nariz de lançamento.

(3) Em seguida, começam a ser lançadas, as seções de ponte DSR do Lance Misto (de segunda margem), até que os postes engrazem nos suportes UG 2 do suporte flutuante do Lance Misto.

(4) Após cinco seções DSR (a primeira e a última com mesas de reforço chanfradas), lança-se um nariz de lançamento.

(5) Calçam-se as bordas do suporte do Lance Misto (sob a superestrutura).

(6) Quando a construção abondar os roletes de lançamento, faz-se seu aparelhamento para navegar para a segunda margem, dando-lhe uma rotação de 180°.

(7) Ao atingir a segunda margem, coloca-se a superestrutura sobre roletes de lançamento, retiram-se as peças provisórias, prosseguindo a construção, normalmente, em seções DSR.

c) Como Lance Misto e Lance Flutuante Intermediário de Primeira Margem

(1) Todo o material necessário é embarcado em portada de seis ou nove módulos e descarregado na segunda margem, onde é estabelecido um canteiro de trabalho. Após, inicia-se a construção.

2) Lance Misto e Lance Flutuante Intermediário de Primeira Margem

a) O material é disposto no canteiro de trabalho de forma ordinária; o triflote do Lance Flutuante Intermediário aborda o canteiro, devidamente aparelhado com seus quatro suportes UG 3. Por qualquer dos processos de construção, inicia-se o lançamento da ponte, que, por outro lado, pode ser montada com duas variantes.

b) Com engate de elevação de nariz de lançamento

(1) Tanto lançando a estrutura em balanço sem nariz, como iniciando a ponte a partir do triflote autônomo para os roletes de lançamento, após as nove seções DS, ligam-se os postes BB 68 e BB 69 fechados com engates de elevação do nariz de lançamento.

(2) Em seguida, o suporte do Lance Misto, devidamente aparelhado, passa por baixo da estrutura parcialmente montada e toma o seu lugar, pronto para receber sobre seus suportes UG 2, os elos BB 166 que são colocados nos encaixes dos postes BB 68 e BB 69.

(3) Após os postes anteriores, as seções DSR (iniciadas com mesas de reforço ascendentes) são lançadas e feitas ao largo, até que os elos BB 166 engatem nos UG 2 e a tensão na mesa superior da estrutura (sobre o suporte UG 2) vai sendo aliviada até que o engate possa ser retirado com a mão.

(4) Entretanto, pode acontecer que, para obter o efeito descrito, haja necessidade de lançar um número de seções superior ao planejado.

(5) Neste caso, após as necessárias seções DSR (terminadas por mesa chanfradas descendentes), são lançadas seções DS sem tabuleiro, atém que os engates tenham sido retirados, após o que a ponte é tesada e deixada com o comprimento planejado.

c) Sem engate de elevação de nariz de lançamento

(1) A ponte começa a ser montada a partir do triflote autônomo, recuando até os roletes de lançamento.

(2) Após as nove seções DS, ligam-se os postes BB 68 e BB 69 (abertos na parte superior), sem engates de elevação do nariz de lançamento.

(3) O suporte do Lance Misto é aparelhado com suporte UG 2, oito roletes de montagem e madeira de fundação, tudo lançado segundo os parâmetros da ponte tipo M2 e toma seu lugar sob a ponte, junto ao triflote autônomo.

(4) A construção prossegue em tipo DSR até o momento em que os postes estejam sobre as canaletas dos suportes UG 2, quando os elos BB 166 são colocados nos encaixes dos postes BB 68 e BB 69 e a ponte macaqueada pelas travessas.

(5) Para erguer a ponte, empregam-se quatro macacos sob as travessas dos postes BB 68 e BB 69, preenchendo o espaço vazio dos seus entalhes com madeira.

(6) Retira-se o material auxiliar e baixa-se o pivot do elo BB 166 sobre as caneluras do suporte UG 2, prosseguindo a construção.

3) Lance Flutuante Ordinário

a) Os Lances Flutuantes Ordinários podem ser construídos por quaisquer dos processos tratados.

b) Após as seções DS necessárias, lança-se uma estrutura auxiliar, tal como uma SS sem tabuleiro, até que a nona seção DS tangencie o segundo triflote do lance, quando os suportes UG 3 são ligados.

c) Em seguida, lança-se um engate de elevação para que a estrutura abandone os roletes de lançamento, após o que as peças excedentes são retiradas e, na última seção, ligados postes BB 40 ou BB 41, conforme o caso.

d) A seguir, o Lance Flutuante Ordinário é navegado para o eixo da ponte, ligado e ancorado no eixo.

9. PESSOAL NECESSÁRIO

a. Equipes de Trabalho

1) Equipe do Canteiro mais sobrecarregado (Y)
2) Turma de Suporte Flutuante
3) Equipe do Canteiro do Eixo da Ponte
4) Equipe do Canteiro menos sobrecarregado (X)

Figura 29. Exemplo de canteiros de trabalho

Figura 30. Exemplo de canteiros de trabalho

Figura 31. Exemplo de canteiros de trabalho

10. OPERAÇÕES ELEMENTARES

OPERAÇÕES ELEMENTARES PARA LANÇAMENTO DA PONTE BAILEY UNIFLOTE

Nr	OPERAÇÃO
01	Reconhecimento e Planejamento
02	Carregamento das viaturas
03	Construção das pistas de acesso
04	Preparo dos canteiros de trabalho
05	Descarga de ferramentas e componentes estruturais
06	Finalidade dos canteiros
07	Aparelhamento das mesas de reforço
08	Preparação dos encontros e fundações
09	Manobra de suportes flutuantes
10	Assentamento dos roletes
11	Construção da superestrutura
12	Navegação do Lance Misto
13	Abaixamento da ponte
14	Construção da rampa de segunda margem
15	Construção do Lance Misto e do Lance Flutuante Intermediário de primeira margem
16	Abaixamento do Lance Misto de primeira margem
17	Rampa de primeira margem
18	Construção de Lances Flutuantes Ordinários
19	Abordagem do triflote do largo
20	Manobra da turma de suportes flutuantes e de navegação
21	Lançamento de âncoras
22	Navegação dos lances

Figura 32. Exemplo de construção da superestrutura

11. TRANSPORTE

a. Generalidades

1) Relaciona os itens básicos, necessários e suficientes para a construção da ponte padrão de 230 metros, ou seja:

a) 72 seções de ponte DS.
b) Mesas de reforço para reforçar dois lances mistos de 100 pés (cada).
c) Dois jogos de articulação de LM e LFI
d) Seis jogos de articulação LFO-LFO.
e) Quatro seções de rampa.
f) Ferramentas.
g) Suportes flutuantes completos.

b. Tipo da viatura

1) Viatura de 14 toneladas.

c. Plano de carregamento

PLANO DE CARREGAMENTO BAILEY UNIFLOTE

CARGA	Nr Vtr	MATERIAL	DESCRIÇÃO
1	**19 Vtr**	**Seções de Ponte DS**	Cada Vtr transporta quatro seções de ponte
2	**16 Vtr e 16 Reb 5 ton**	**Material Flutuante e Articulações**	Transportam 48 uniflotes, 32 proas-popas, material ancoragem e oito conjuntos de articulação
3	**1 Vtr e 1 Reb 5 ton**	**Complemento dos Lances Mistos**	Transportam o material necessário para reforçar dois Lances Mistos de 100 pés
4	**1 Vtr**	**Ferramentas e Material de Lançamento**	Transporta o material necessário para organizar três canteiros de trabalho
5	**1 Vtr**	**Rampas**	Transporta o material necessário para a montagem de duas rampas de duas seções e dois encontros

Figura 33. Exemplo de transporte de material

12. PROJETO DE PONTE BAILEY UNIFLOTE

a. Características topográficas do rio

1) Largura do rio – Lr
2) Altura da margem esquerda – ha
3) Altura da margem direita – hb
4) Distância da margem esquerda do ponto de calado mínimo (1,2 m) – ma
5) Distância da margem direita do ponto de calado mínimo (1,2 m) – mb
6) Nível mínimo do rio
7) Taxa admissível no solo da margem esquerda – qa
8) Taxa admissível no solo da margem direita - qb

b. Classe da ponte

1) Função do veículo de maior classe

c. Projeto

PROJETO DE PONTE BAILEY UNIFLOTE - SEQUÊNCIA

Nr	PROCEDIMENTO	FÓRMULA
A	**Cálculo do vão mínimo (V min)**	**Vmin = Lr + há + hb**
B	**Determinação de L (LFI e LFO) e Lo (LM)** 1) Se a ponte é para emprego militar, escolher através da Classe – no caso adotaremos AA 2) Se a ponte é para emprego civil, escolher através da Classe e dos ábacos 3) Determinar L e Lo pelas tabelas e ábacos	**Tab 3-3 a Tab 3-10** **Tab 3-1**
C	**Verificações e Ajustes**	
	1) Declividade do LM : A declividade não deve exceder à 10%	**Loa >= 10 há** **Lob >= 10 hb**
	2) Calado: Hipóteses - Ambos satisfazem, decisão: prosseguir - Ambos não satisfazem ou um deles não satisfaz: - Se ambos não satisfazem – adotar um novo tipo simétrico - Se um deles não satizfaz – adotar um novo tipo assimétrico - Verificar novamente as condições acima	**Loa >= ma + há** **Lob >= mb + hb**
	3) Cálculo do número de LFI e LFO - Aproximar N para o número inteiro mais próximo, superior	**N = $\frac{\text{Vmin – Loa – Lob}}{\text{L}}$**
	4) Cálculo do vão ideal para os Lo e L determinados	**Vi = NL + Loa + Lob**
	5) Verificação do excesso de Vi sobre Vmin - Se D < 10 N; não há ajustes a fazer, prosseguir com os Lo e L determinados - Se D >= 10 N; determinar um novo L mais conveniente, que aproxime Vi e Vmin - Calcular L - Aproximar o resultado para o L padrão mais próximo, superior (múltiplo de 10 + 2 pés)	**D = Vi – Vmin** **(Comparar com 10 N)** **L = $\frac{\text{Vmin – Loa – Lob}}{\text{N}}$**
	6) Verificar, nas tabelas ou ábacos, se o novo L satisfaz	

(verificação Classe) - Se satisfaz – prosseguir - Se não satisfaz – manter o anterior e prosseguir	
7) Distribuição de D – excesso de Vi sobre Vmin (pelo critério da proporcionalidade) - Calcular o novo D, se alterado L inicial - Calcular La - Calcular Lb	**D = Vi – Vmin** **La = há x D : (há + hb)** **Lb = D - La**
8) Verificação final do calado mínimo sob o suporte flutuante do LM. Condições: - Loa >= da e Lob >= db, onde - Na = número de triflotes do suporte flutuante do Lm de margem A - Nb = idem da margem B - Se ambos satisfazem, prosseguir - Se ambos não satisfazem – fazer nova distribuição de D por outro critério que não o da proporcionalidade; adotar novo tipo de Pnt e reiniciar ou alterar condições de calado, se isto for possível - Se um deles não satisfaz – fazer nova distribuição de D; adotar novo tipo de combinação LM – LFI ou alterar condições de calados, se isto for possível	**da = ma + há + La + 4 Na** **db = mb + hb + Lb + 4 Nb**
9) Calcular o número de LFO – N1	**N1 = N – 2**
10) Fundações	
11) Desenhar o projeto	
12) Calcular o material por lance e total	

Figura 34. Ponte Bailey Uniflote de 235 metros

13. EXEMPLO DE PROJETO DE PONTE BAILEY UNIFLOTE

a. Projeto de uma Ponte Bailey Uniflote para as condições abaixo

1) Rio
   Lr = 180 = 600 pés
   ha = 2,10 m = 7 pés
   hb = 1,80 m = 6 pés
   ma = 15 m = 50 pés
   mb = 18 m = 60 pés

   Resistência do solo
   Margem A = qa = 0,5 Kg/cm2 = 0,5 Sh Ton/pé2
   Margem B = qb = 2 Kg/cm2 = 2 Sh Ton/pé2

2) Classe 30
3) Condições de travessia – Militar normal

b. Solução

1) Vmin = Lr + há + hb = 600 + 7 + 6 = 613’ (pés)

2) Dimensionamento de L e Lo
   a) Tab 3-3
   b) Ponte escolhida tipo AA
   c) Lo = 111’
   d) L = 92’
   e) A combinação mais conveniente é a que apresenta maior L

3) Verificação de LO
   a) Rampas
      (1) Loa >= 10há e Lob >= 10hb
      (2) Loa = Lob = 111’
      (3) 10 há = 70’
      (4) 10 hb = 60’
      (5) 111’ .> 70 > 60, satisfazem
   b) Calado
      (1) Loa >= ma + há e Lob >= mb + hb
      (2) ma + há = 50 + 7 = 57’
      (3) mb + hb = 60 + 6 = 66’
      (4) Loa = Lob = 111’
      (5) 111 > 57 > 66, satisfazem

4) Número de LFI e LFO
   a) $$N = \frac{Vmin - Loa - Lob}{L} = \frac{613 - 222}{92} = 4,25$$

c) Aproximando N = 5

5) Vão ideal
   a) Vi = NL + Loa + Lob = 5 x 92 + 111 + 111 = 682’

6) Ajuste Vi
   a) D = Vi – Vmin = 682 – 613 = 69’
   b) 10 N = 50, D = 69; logo D > 10 N (deve ser ajustado)
   c) Novo L = $\frac{\text{Vmin – Loa – Lob}}{\text{N}} = \frac{613 – 222}{5}$ = 78,2 = 82’

7) Verificação do novo L = 82’
   a) Tab 3-3
   b) Tipo AA
   c) Lo = 111’
   d) L = 82’
   e) Classe 32, satisfaz

8) Novo Vi
   a) Vi = NL + Loa + Lob = 5 x 82 + 111 + 111 = 632’

9) Novo D
   a) D = Vi – Vmin = 632 – 613 = 19’ < 10 N

10) Distribuição de D
   a) La = 2 $\frac{\text{há x D}}{\text{há + hb}} = \frac{7 \text{ x } 19}{7 + 6}$ = 10’
   b) Lb = D – La = 19 – 9 = 10’

11) Verificação final do calado
   a) da = ma + há + La + 4 Na
   b) da = 50 + 7 + 10 + 8 = 75’
   c) Loa = 111 > da – satisfaz
   d) db = mb + hb + Lb + 4 Nb
   e) db = 60 + 6 + 10 + 8 = 84’
   f) Lob = 111 > db – satisfaz

12) Fundações
   a) Pelo ábaco A 9
   b) Margem A - qa = 0,5 Kg/cm2
   c) Loa = 111’
   d) Classe 30
   e) Fundação: Placa base + Fundação tipo 5
   f) Margem B – qb = 2 Kg/cm2
   g) Lob = 111’
   h) Classe 30
   i) Fundação: Placa base + Fundação tipo 1 ou 2

14. MATERIAL SIMILAR E VARIAÇÕES DA PONTE BAILEY UNIFLOTE

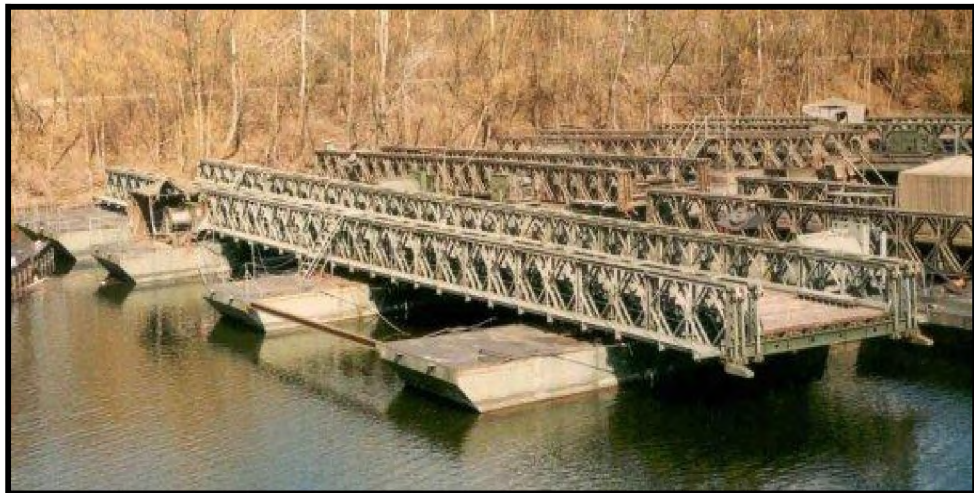



Figura 35. Material Bailey Uniflote

Figura 36. Material Bailey Uniflote

Figura 37. Ponte Bailey Uniflote de 235 metros

Figura 38. Ponte Bailey Uniflote de 235 metros

Figura 39. Ponte Bailey Uniflote

Figura 40. Variação da Ponte Bailey Uniflote

Figura 41. Material similar - Ponte Mabey Uniflote

Figure 14. Preparing to Unload a Heavy Raft on the Rhine River

Figura 42. Material similar utilizado para construção de portada pesada

15. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Exército Brasileiro. **Catálogo de Acessórios da Ponte Bailey M2 sobre Suportes Flutuantes.** Aditamento ao Boletim Interno da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: DME, nº 39, 1981.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Catálogo de Componentes da Ponte Bailey M2 sobre Suportes Flutuantes - I.** Aditamento ao Boletim Interno da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: DME, nº 35, 1981.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Catálogo de Componentes da Ponte Bailey M2 sobre Suportes Flutuantes - II.** Aditamento ao Boletim Interno da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: DME, nº 37, 1981.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Catálogo de Ferramentas da Ponte Bailey M2 sobre Suportes Flutuantes.** Aditamento ao Boletim Interno da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: DME, nº 41, 1981.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual Técnico da Ponte de Painéis Tipo Bailey M 2 Montada sobre Suportes Flutuantes. 2ª Parte. 1º Volume. T5-277.** Brasília: Editora Gráfica Brasiliana, 1976.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual Técnico da Ponte de Painéis Tipo Bailey M 2 Montada sobre Suportes Flutuantes. 2ª Parte. 2º Volume. T5-277.** Brasília: Editora Gráfica Brasiliana, 1976.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Manual Técnico da Ponte de Painéis Tipo Bailey M 2 Montada sobre Suportes Fixos. T5-277.** Brasília: Editora Gráfica Alterosa, 1ª edição, 1979.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Ponte Bailey Uniflote.** Engenharia. Pontes**.** Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. Rio de Janeiro: ESAO, 1997.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Ponte Bailey Uniflote.** Aditamento ao Boletim Interno da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: DME, nº 97, p. 01-05, 1978.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Relatório sobre a Construção de uma ponte Bailey Uniflote de 111,63 metros.** 3º Batalhão de Engenharia de Combate "Batalhão Conrado Bittencourt". 2ª Cia de Engenharia de Combate. Cachoeira do Sul: ?

BRASIL. Exército Brasileiro. **Relatório sobre a Construção de uma ponte Bailey Uniflote de 235,0 metros no Rio Jacuí – Barragem do Fandango.** 3º Batalhão de Engenharia de Combate "Batalhão Conrado Bittencourt". 1ª Cia de Engenharia de Combate. Cachoeira do Sul: 1998.

BRASIL. Exército Brasileiro**. Vade-Mecum de Engenharia, C 5-34.** Brasília: EGGCF, 1983.

HATHRELL. J.A.E. Maj (R1) **Manual Bailey Uniflote.** Tradução em português da Cia T. Janer. Rio de Janeiro: Gráfica Olímpica Editora, 1972.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Ponte Bailey Uniflote**. Pontes Leves e Pesadas. 1998.

SILVA, Reinaldo Rodrigues (Cap). **Ponte Fita.** Rio de Janeiro: 1º BE Cmb, 1987.

US ARMY. **Bailey Bridge. FM 5-277.** Washington, DC: 1986.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

PONTE FITA

1. INTRODUÇÃO

A Ponte Fita de Uniflote não constitui em si uma equipagem à parte. Ela está imaginada como um recurso válido em que se utiliza o material flutuante da Ponte Bailey Uniflote (esta sim, equipagem), a que se agregam algumas peças complementares, permitindo a formação de portadas e de pontes tipo fita.

O flutuador uniflote foi concebido como um sistema de flutuação nos princípios de construção modular em que um determinado número de unidades flutuantes idênticas são ligadas umas às outras para formar portadas de vários tamanhos com a capacidade de carga que for necessária à utilização a que se destina. É um produto concebido tanto para o uso militar, como para a engenharia civil.

No uso militar, o uniflote teria que ser capaz de sustentar os diversos tipos de equipagens de pontes utilizadas no mundo, tornando-as pontes flutuantes. Além disso, teria que poder ser utilizado como barca, barcaça, portada, sem qualquer tipo de superestrutura, ou ainda como via de ligação navio-terra.

Foi empregada com sucesso em operação de transposição, na Região do Canal de Suez.

Na década de 80 o material foi adquirido no Brasil, propiciando que o 3° BE Cmb (Cachoeira do Sul, RS) efetuasse o primeiro lançamento.

Os componentes foram distribuídos ao 1° BE Cmb, 2° BE Cmb, 3° BE Cmb e 6° BE Cmb. O material do 6º BE Cmb está sendo deslocado para o 3º BE Cmb.

Figura 1. Um exemplo de Portada Fita

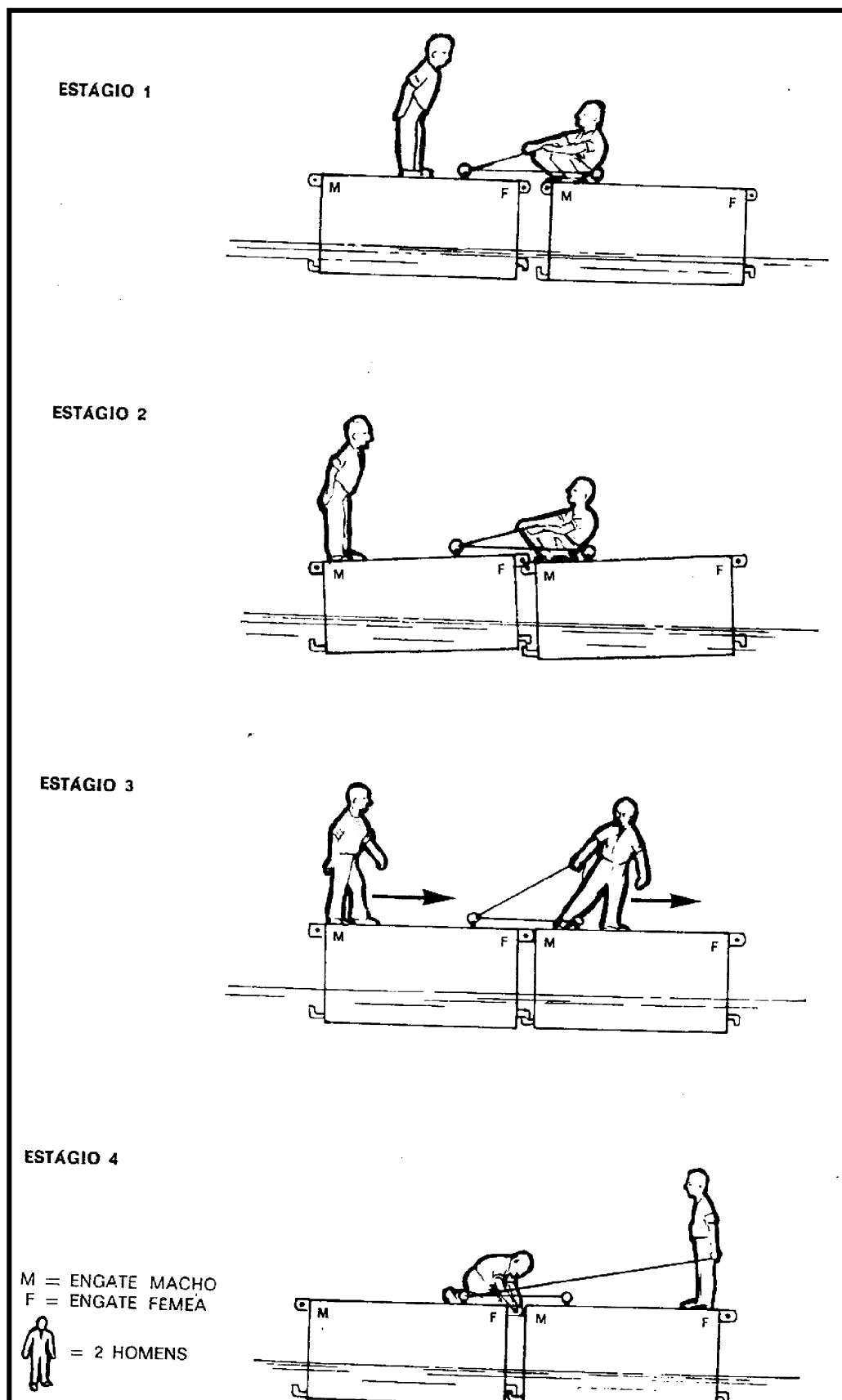



Figura 2. Conexão de uniflotes

2. COMPOSIÇÃO DE UMA EQUIPAGEM

EQUIPAGEM DE PONTE FITA

NOMENCLATURA	PESO (Kg)	QUANTIDADE
Barra de limitação	47,1	08
Base do guincho	44,0	48
Base do macaco	12,3	04
Cabo de aço de ½ (80m)	80,0	48
Conector articulado fêmea	440,0	14
Conector articulado macho	440,0	14
Conector de rampa fêmea	128,3	04
Conector de rampa macho	128,3	04
Conjunto talha-guincho, cada cjto é composto de: - Talha - Linga simples de aço de 5/8” (1,0 m) - Alavanca telescópica - Linga de aço de 5/8” (5,0 m) - Algema em “D”	27,0 - - 2,4 -	04
Estrado lateral de junta	120,0	24
Estrado transversal de junta	60,0	32
Guincho	136,0	48
Painel de âncora	263,0	48
Parafuso de unha	3,4	192
Piso de conector articulado fêmea	73,4	28
Piso de conector articulado macho	73,4	28
Piso de junção	-	04
Piso de rampa	400,0	04
Piso de uniflote	900,0	48
Popa	900,0	48
Proa	900,0	48
Rampa	1900,0	04
Unha para âncora	30,0	192
Uniflote	3100,0	48

3. COMPONENTES PRINCIPAIS

a. Barra de limitação

1) Peça de aço com sete furos, tendo nas extremidades ressaltos machos.
2) Mede 1,0 m de comprimento, de centro a centro dos furos dos ressaltos machos.
3) Pesa 47,1 Kg.
4) Elo que fica na parte superior, entre a rampa e o uniflote. É fixada à rampa por uma extremidade macho que se encaixa numa aleta virada para cima na parte superior da rampa. Possuindo sete furos, desliza sobre a parte superior dos conectores da rampa e quando um dos furos coincide com o furo vertical dos conectores é fixada na posição que se deseja, por pinos verticais longos.

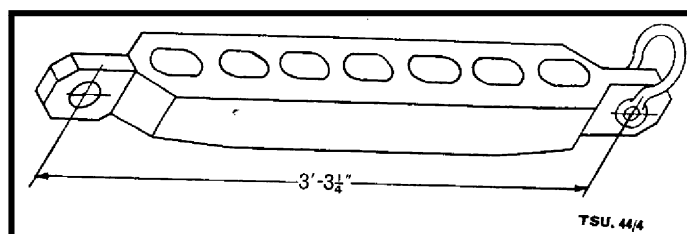



Figura 3. Barra de limitação

b. Base do guincho

1) Armação composta de duas vigas ocas de aço de seção quadrada, unidas por seis transversinas, tendo na parte inferior quatro cantoneiras em forma de "C" com dois orifícios cada. Presos às vigas por correntes existem oito pinos para fixação da base do uniflote.
2) Mede 2,46 m x 0,58 m x 0,15 m.
3) Pesa 44,0 Kg.
4) Fixada às amuradas dos uniflotes, destina-se a receber o guincho.

c. Base do macaco

1) Perfil de aço em forma de "U", com três pinos com porcas e correntes fixadas a dois ressaltos, soldados de um lado da peça. Em cima existe um ressalto macho onde é fixada uma algema em "D".
2) Mede 0,72 m de comprimento.
3) Pesa 12,3 Kg.
4) Fixada a amurada do uniflote para receber a talha guincho.

d. Cabo de aço de 1/2

1) Mede 80 metros de comprimento, ½" de diâmetro, acondicionado em carretel de madeira.

2) Pesa 80,0 Kg.

3) Destina-se a ancoragem da ponte, fixado entre o guincho e o painel de âncora.

e. Conector articulado fêmea

1) Armação de aço em forma triangular, tendo na base duas séries de engates. Uma composta por três engates fêmeas com pino, corrente e contra-pino. Outra composta por três engates macho. Na extremidade estão posicionados três ganchos com a abertura voltada para baixo.

2) Mede 2,34 m de comprimento; 0,54 m de largura na base e 1,22 de altura.

3) Pesa 440 Kg.

4) Permitem a articulação de uniflotes ou conjunto de uniflotes. Colocados nos costados menores dos uniflotes permitem a articulação de diversas portadas para construção da Ponte Fita. São fixados aos uniflotes pelos engates e ganchos.

f. Conector articulado macho

1) Armação de aço em forma triangular, tendo na base duas séries de engates. Uma composta por três engates macho, outra composta por três engates fêmeas com pino, corrente e contra-pino. Na extremidade estão posicionados três ganchos, com abertura voltada para cima.

2) Mede 2,34 m de comprimento; 0,54 m de largura e 1,22 m de altura.

3) Pesa 440 Kg.

4) Permitem a articulação de uniflotes ou conjunto de uniflotes. Colocados nos costados menores dos uniflotes permitem a articulação de diversas portadas para construção da Ponte Fita. São fixados aos uniflotes pelos engates e ganchos.

Figura 4. Conectores articulados

g. Conector de rampa fêmea

1) Peça de aço, tendo de um lado um encaixe para pino na parte superior, com pino e corrente. No topo há soquete vertical para receber um pino longo com corrente. Tem de lado, na parte inferior, aleta em forma de gancho com ponta para cima e do outro um ressalto fêmea com pino e corrente.

2) Mede 1,327 m x 0,584 m.

3) Pesa 128,3 Kg.

4) Fixam o uniflote à rampa.

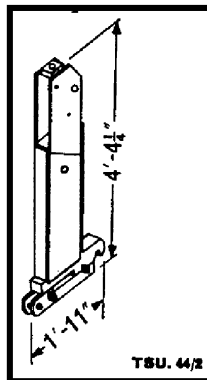



Figura 5. Conector de rampa fêmea

h. Conector de rampa macho

1) Peça de aço, tendo de um lado um encaixe para pino na parte superior, com pino e corrente. No topo há soquete vertical para receber um pino longo com corrente. Tem de lado, na parte inferior, aleta em forma de gancho com ponta para baixo e do outro um ressalto fêmea com pino e corrente.

2) Mede 1,327 m x 0,584 m.

3) Pesa 128,3 Kg.

4) Fixam o uniflote à rampa.

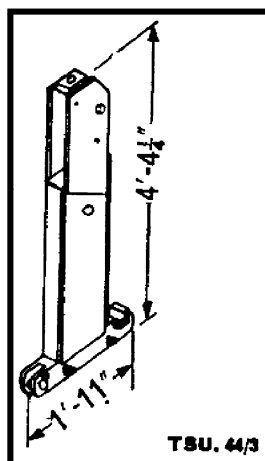



Figura 6. Conector de rampa macho

i. Conjunto talha-guincho

1) Curso ilimitado, com 3,2 ton de capacidade de içamento e 5 ton de tração.

2) Destina-se a levantar e baixar a rampa numa das posições dos sete furos da barra de limitação. É fixado ao uniflote por intermédio da base do macaco e à argola da outra extremidade da barra de limitação por intermédio de cabo ou linga de aço.

3) Pesa 27,0 Kg.

4) Cada conjunto é composto de:

a) Talha.

b) Linga simples de aço: de 1,0 m de comprimento e 15,8 mm (5/8”) de diâmetro, com uma alça em cada extremidade (2 alças).

c) Alavanca telescópica: de acionamento de 770/1070, com 2,4 Kg.

d) Linga de aço: de 5,0 m de comprimento e 15,8 mm (5/8”) de diâmetro, com uma alça sapatilha numa extremidade e outra falcaçada.

e) Algema em “D”: capacidade de 16 ton para peça de ancoragem.

j. Estrado lateral de junta

1) De madeira de lei. A peça mede 5,11 m x 0,29 m, dividida em três seções.

2) Pesa 120,0 Kg.

3) Destina-se a cobrir o intervalo entre os uniflotes, quando os mesmos são ligados lado a lado ou costados maiores, dando assim, continuidade no piso.

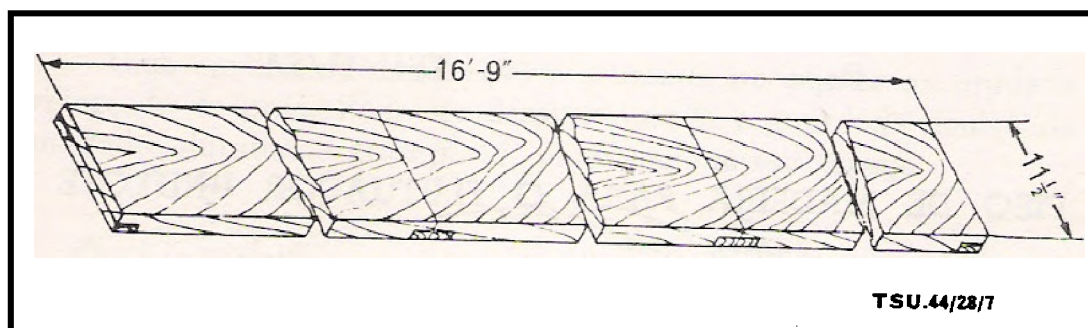



Figura 7. Estrada lateral de junta

k. Estrado transversal de junta

1) De madeira de lei. A peça mede 2,26 m x 0,30 m, em duas seções de 1,28 m x 0,30 m.

2) Pesa 60,0 Kg.

3) Destina-se a cobrir o intervalo entre os uniflotes, quando os mesmos são ligados topo a topo ou costados menores. Dando assim, continuidade ao piso.

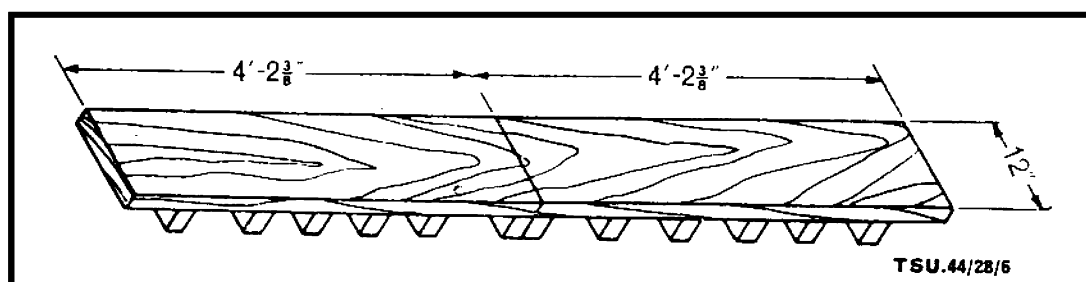



Figura 8. Estrada transversal de junta

l. Guincho

1) Armação formada por cantoneiras de aço seção em "L" sustentando duas vigas ocas de seção retangular. No interior da armação estão colocados três eixos, um com guincho e engrenagem; o outro com duas engrenagens e o terceiro com a manivela e o sistema de freios.

2) Mede 0,54 m x 0,67 m x 0,83 m.

3) Pesa 136,0 Kg.

4) Fixado à sua base, destina-se a enrolar ou desenrolar o cabo de aço, tesando ou solecando o cabo, dependendo da necessidade da ancoragem.

Figura 9. Guinchos

m. Painel de âncora

1) Idêntico ao painel comum, contendo nas mesas inferiores e nas superiores, duas alças para colocação de cabos.

2) Pesa 263,0 Kg.

3) Destina-se a ancoragem da ponte e para isto é necessário colocar no painel quatro unhas de âncora fixadas pelos respectivos parafusos de unha.

n. Parafuso de unha

1) De aço afilado na extremidade, com arruela e porca, em uma só peça.
2) Mede 0,045 m (1 ¾") de diâmetro x 0,267 m (10 ½") de comprimento.
3) Pesa 3,4 Kg.

o. Piso de conector articulado

1) De aço superfície antiderrapante, parte inferior dotada de quatro fixadores.
2) Mede 1,10 m x 0,45 m.
3) Pesa 73,4 Kg.
4) Dois tipos: Piso de conector articulado macho e fêmea.
5) A colocação dos conectores, macho e fêmea entre dois uniflotes, deixa um espaço descontínuo entre o piso dos mesmos. Os pisos de conectores colocados entre os conectores, cobre o espaço descontínuo deixado pelos mesmos. Os pisos são presos nos conectores pelos quatro fixadores.

p. Piso de junção

1) Peça de aço, superfície antiderrapante. Possui quatro alças escamoteáveis, localizadas duas de cada lado na parte superior, tendo uma forma de rampa. O lado inferior possui nove blocos de apoio semi-circulares.
2) Mede 2,184 m x 1,181 m x 0,185 m.
3) Destina-se a cobrir o intervalo sobre os conectores de rampa, entre a rampa e o uniflote. Possuindo apoios semi-circulares estes assentam-se nos apoios da rampa. A outra extremidade desliza sobre o piso do uniflote, permitindo o movimento da rampa.

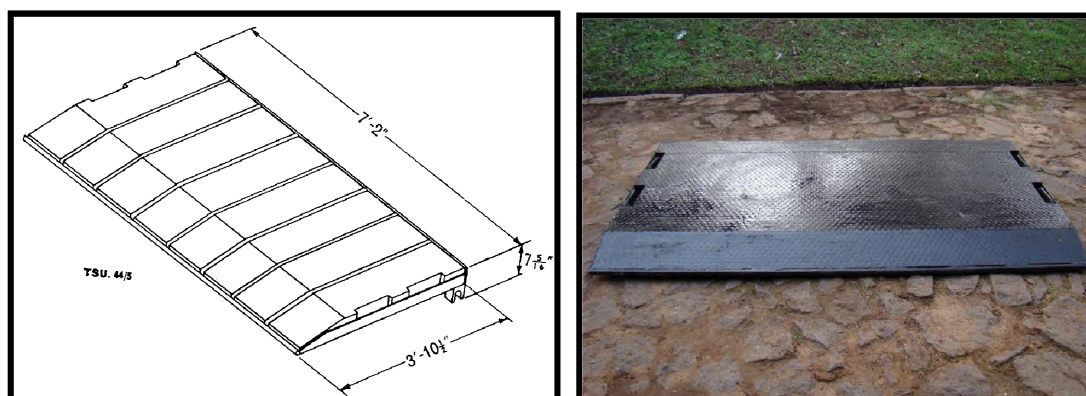



Figura 10. Piso de junção

q. Piso de rampa

1) De madeira de lei. Possui três tampas removíveis para utilização das argolas de rampa. Tem espessura crescente até o nível do piso de junção. É dividido em duas metades, sendo uma mais fina.
2) Mede 3,352 m x 2,54 m.
3) Peso 400 Kg.

4) Colocada sobre a rampa, a parte mais fina deve ser montada primeiro com a ponta encaixada sob a chapa de aço, soldada no nariz da rampa, a outra parte encostada no apoio do painel corrediço, evita qualquer movimento longitudinal do piso. Protege a parte superior da rampa e é o piso de uso.

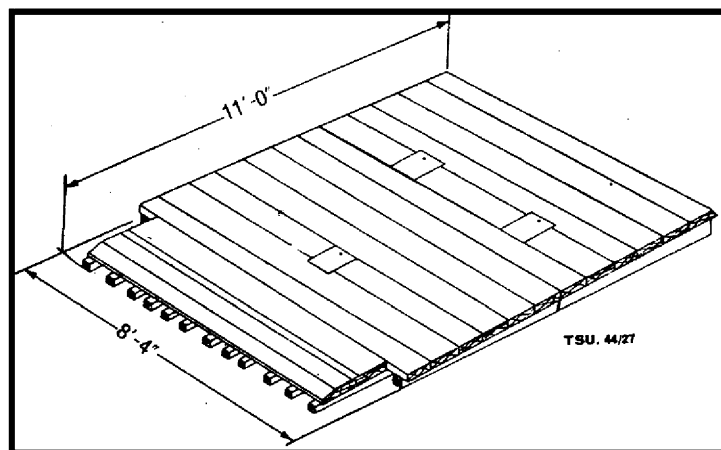



Figura 11. Piso de rampa

r. <u>Piso de uniflote</u>

1) De madeira de lei. Possui quatro janelas para utilização das argolas dos uniflotes.

2) Mede 5,11 m x 2,26 m.

3) Pesa 900 Kg.

4) Cada piso de uniflote é composto de:

a) Seção central: de madeira de lei, possuindo quatro meia janelas de 0,23 m x 0,13 m providas de tampa com duas dobradiças. Mede 1,82 m x 2,26 m. Pesa 300 lKg.

b) Seção externa: duas, de madeira de lei, possuindo duas meia janelas de 0,23 m x 0,13 m providas de tampa com duas dobradiças. Mede 1,64 m x 2,26 m. Pesa 300 Kg.

5) Colocado sob o uniflote, entre as amuradas, destina-se à proteção da chapa superior do mesmo. É o piso de uso da ponte ou portada.

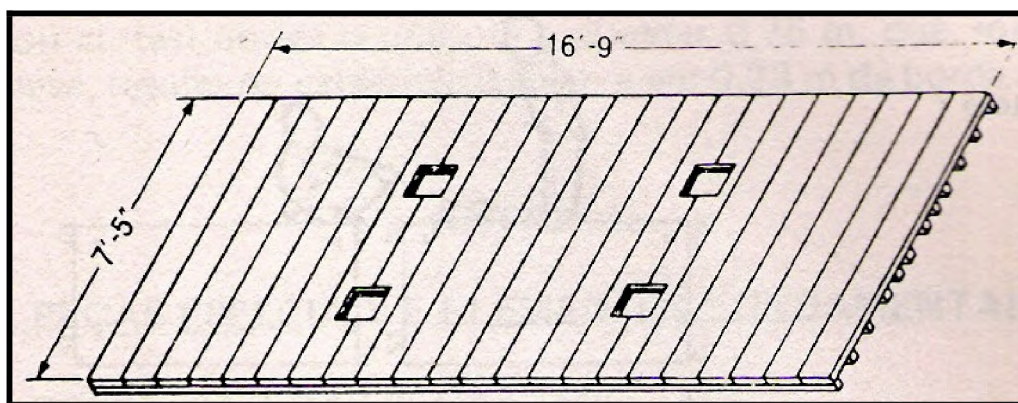



Figura 12. Piso de uniflote

Figura 13. Piso de uniflote – seção central

Figura 14. Piso de uniflote – seção externa

s. <u>Popa</u>

1) Caixa metálica, inteiriça, parte superior reta, parte inferior em forma de bisel, formando ângulo de 30° com o topo, dois ganchos e dois engates fêmea com pino na face vertical, três argolas para transporte e escotilha para inspeção na parte superior.

2) Mede 2,438 m de largura e 1,82 m de comprimento.

3) Pesa 900 Kg.

4) Colocadas tanto nas laterais como no topo dos uniflotes, fixados pelos engates e ganchos destinam-se a diminuir a ação da correnteza sobre a portada ou ponte. A colocação pode ser no topo ou na lateral dependendo da construção do suporte flutuante.

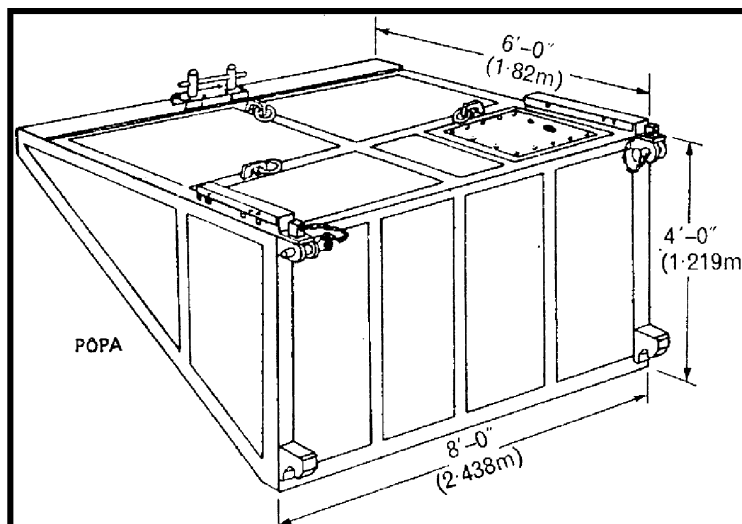



Figura 15. Popa

t. <u>Proa</u>

1) Caixa metálica, inteiriça, parte superior reta, parte inferior em forma de bisel, formando ângulo de 30° com o topo, dois ganchos e dois engates macho na face vertical, três argolas para transporte e escotilha para inspeção na parte superior.

2) Mede 2,438 m de largura, 1,219 m de altura e 1,82 m de comprimento.

3) Pesa 900 Kg.

4) Colocadas tanto nas laterais como no topo dos uniflotes, fixados pelos engates e ganchos destinam-se a diminuir a ação da correnteza sobre a portada ou ponte. A colocação pode ser no topo ou na lateral dependendo da construção do suporte flutuante.

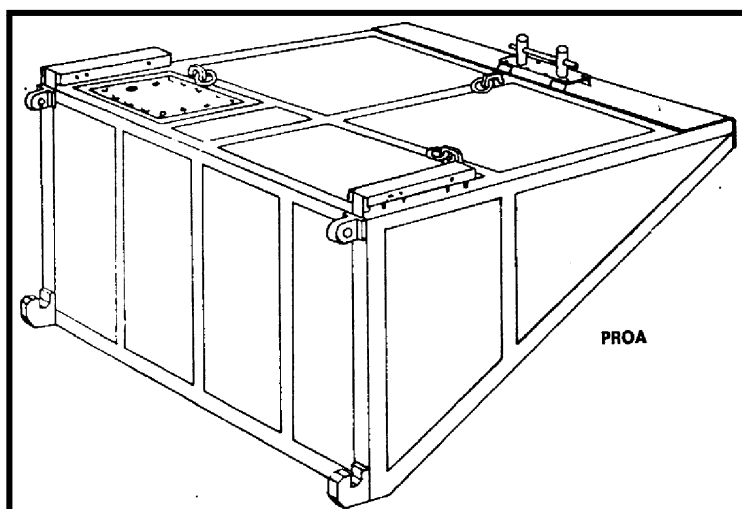



Figura 16. Proa

u. Rampa

1) Armação de aço. A extremidade afilada (nariz) é reforçada e cantoneiras soldadas na parte inferior, formam serrilhas que aumentam a fixação na margem. Na parte mais alta, há mandíbulas machos fixados nos cantos inferiores, formando dobradiças. Também na parte mais alta, são montados dois engates fêmeas virados para cima, no piso. A engrenagem de ajuste é ligada a estes ressaltos e existem dois pinos com correntes com essa finalidade. Entre os ressaltos, atravessando o convés, há um ponto de apoio para o piso de junta.

2) Mede 3,658 m x 2,438 m x 1,219 m.

3) Pesa 1900 Kg.

4) São ligadas aos uniflotes, tanto nas portadas como nas pontes, por intermédio dos conectores de rampa. Destina-se à ligação dos encontros nas margens, com a parte flutuante das portadas ou pontes.

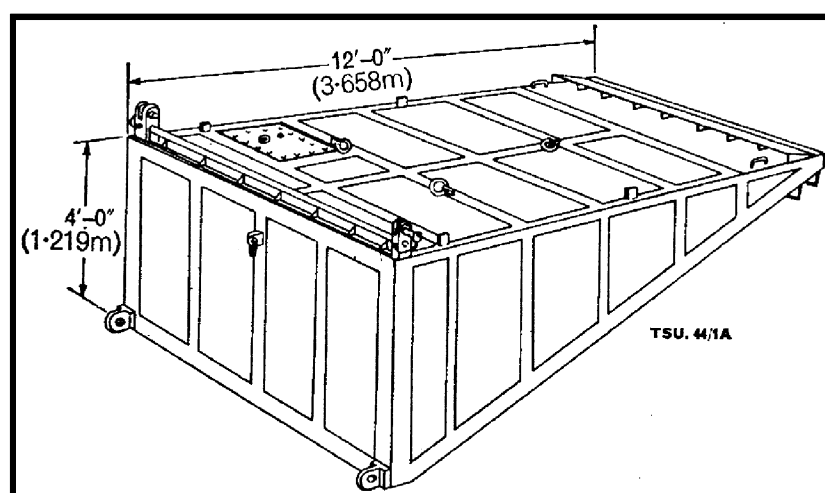



Figura 17. Rampa

v. Unha para âncora

1) De aço, forma característica.

2) Mede 0,68 m x 0,25 m x 0,21 m orifício de 0,046 m no centro.

3) Pesa 30,0 Kg.

x. Uniflote

1) De aço, forma paralepipédica, 12 jogos de engates semelhantes aos dos painéis no convés e, com formato de gancho, abertura para baixo ou para cima no fundo, 10 pinos com correntes, quatro argolas para transporte, e quatro bordas para fixação de apoio.

2) Dividido internamente em três compartimentos estanques providos de escotilhas com bujão de enchimento (ar comprimido) e bujão de esvaziamento, provido de tubo para retirada de água acumulada em seu fundo.

3) Mede 5,283 m de comprimento, 2,438 m de largura e 1,219 m de altura.

4) Pesa 3100 Kg.

5) É a unidade padrão do sistema. Conectado a outros uniflotes ou rampa, permite a construção de portadas ou pontes .

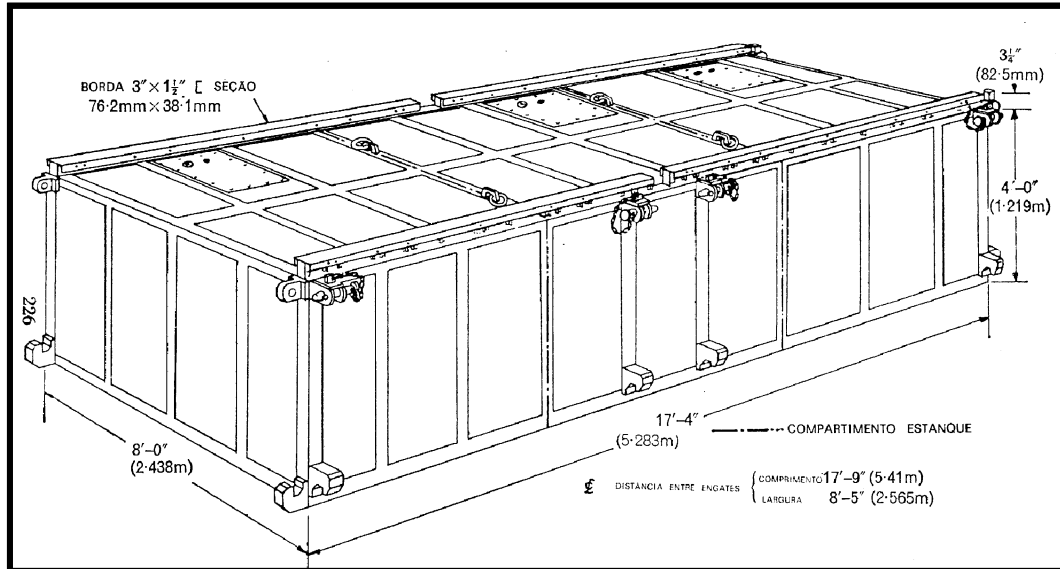



Figura 18. Uniflote

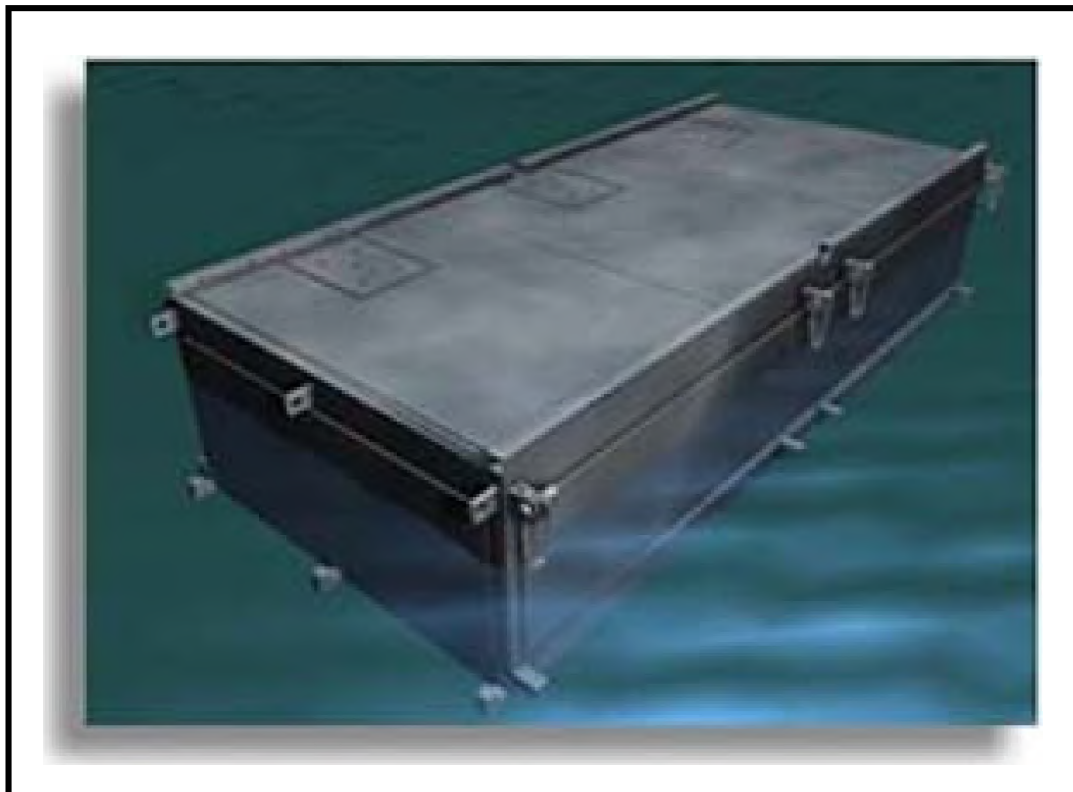



Figura 19. Uniflote

4. PORTADAS

a. Portadas Típicas

PORTADAS TÍPICAS

CARACTERÍSTICA	Prtd A	Prtd B	Prtd C	Prtd D	Prtd E
Capacidade (ton)	32	48	64	72	96
Peso morto (ton)	29	39	47	50	-
Tamanho (m)	19,2 x 5,2	19,6 x 10,3	24,6 x 10,3	24,6 x 7,8	30,0 x 10,3
Área do convés (m²)	93,5	112	136	183	198
Uniflote	4	6	8	9	12
Popa	-	2	2	-	2
Proa	-	2	2	-	2
Rampa	4	4	4	6	4
Força motriz (HP)	2 x 42	2 x 42	2 x 42 (60)	2 x 24 (60)	4 x ?

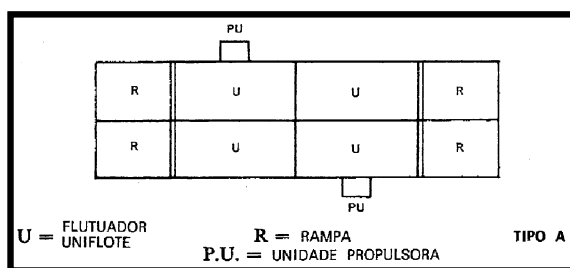



Figura 20. Portada Tipo A

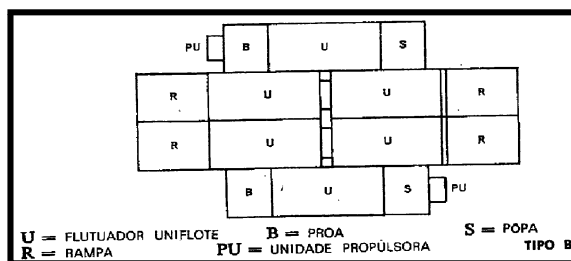



Figura 21. Portada Tipo B

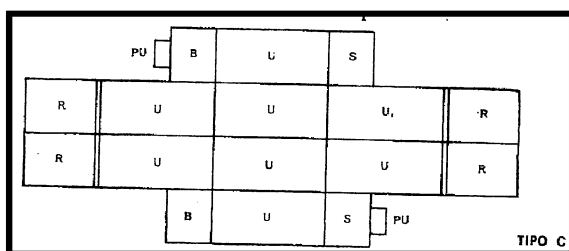



Figura 22. Portada Tipo C

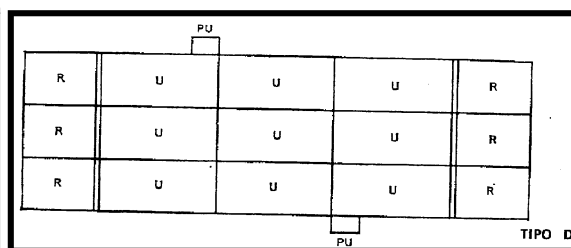



Figura 23. Portada Tipo D

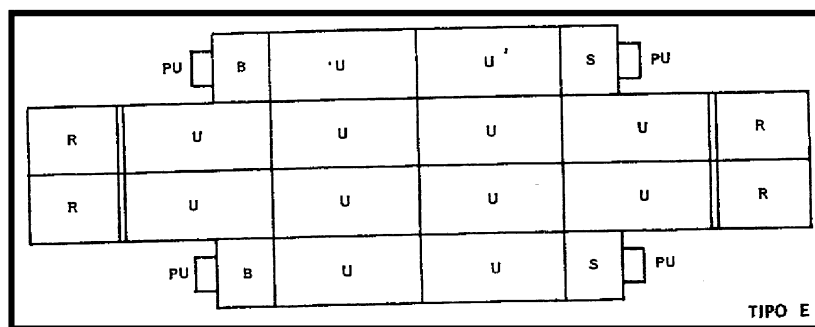



Figura 24. Portada Tipo E

Figura 25. Portadas Fita

Figura 26. Portada Fita

Figura 27. Portada Fita

5. PONTES

a. Tipos

1) Ponte Classe 30.
2) Ponte Classe 50.

b. Estrutura básica da ponte

1) Unidades de rampa.
2) Um ou mais suportes flutuantes (portadas).
3) Conexões necessárias.

c. Suportes flutuantes

1) O suporte flutuante da Ponte Fita é a portada montada com uniflotes.

2) De acordo com a Classe da ponte e a velocidade da correnteza do rio, os suportes flutuantes serão constituídos conforme o quadro “Suportes Flutuantes”.

3) O quadro seguinte “Suportes Flutuantes Intermediários’, mostra as portadas que foram empregadas em pontes cujos comprimentos (vãos) são intermediários das pontes construídas com as pontes do quadro “Suportes Flutuantes”.

SUPORTES FLUTUANTES

CLASSE	CORRENTE (m/s)	TIPO	COMPRIMENTO (m)
30	Até 0,5	12 uniflotes	21,552
	De 0,5 a 2,5	6 uniflotes	16,129
50		9 uniflotes	16,129

SUPORTES FLUTUANTES INTERMEDIÁRIOS

CLASSE	CORRENTE (m/s)	TIPO	COMPRIMENTO (m)
30	Até 0,5	14 uniflotes	26,975
		8 uniflotes	16,129
	De 0,5 a 2,5	8 uniflotes	21,552
		10 uniflotes	26,975
		8 uniflotes	16,129
		8 uniflotes	16,129

d. Comprimento de ponte

1) O comprimento total de uma Ponte Fita formada com portadas iguais é obtida pela soma dos seguintes comprimentos parciais:

a) Comprimento de duas rampas: 7,316 m
b) Comprimento da portada padrão (anexo quadro “Suportes”)
c) Comprimento das conexões de rampa: 1,16 m (2 conexões)

d) Comprimento das conexões entre portadas: 1,08 m (uma conexão)

2) O primeiro quadro apresenta os comprimentos de ponte, possíveis de serem obtidos com até 48 uniflotes, para cursos de água com velocidade de corrente de até 0,5 m/s. As pontes para os vãos de 28,50,73,95 m são formadas por portadas iguais. Os outros são vãos intermediários nos quais as pontes ficam com uma ou mais portadas com mais de 12 uniflotes.

3) O segundo quadro representa os comprimentos de ponte possíveis de serem obtidos com até 48 uniflotes, para cursos de água de velocidade de corrente compreendida entre 0,5 m/s a 2,5 m/s.

Figura 28. Ponte Fita Classe 50

PONTES CLASSE 30 – VELOCIDADE ATÉ 0,5 M/S

Classe	Vel Corrente (m/s)	Vão rio (m)	Comp Ponte (m)	Vão Interm (m)	Comp Ponte (m)	Comp Uniflote	Tipo Prtd Uniflotes
30	Até 0,5	28	30,028	-	-	4	1 x 12
		-	-	33	35,451	5	1 x 14
		-	-	39	41,814	6	2 x 8
		-	-	45	47,237	7	1 x 8 1 x 12
		50	52,66	-	-	8	2 x 12
		-	-	56	58,083	9	1 x 12 1 x 14
		-	-	62	64,446	10	2 x 8 1 x 12
		-	-	67	69,869	11	1 x 8 2 x 12

		73	**75,292**	**-**	**-**	**12**	**3 x 12**
		-	**-**	**78**	**80,715**	**13**	**2 x 12 1 x 14**
		-	**-**	**85**	**87,078**	**14**	**2 x 8 2 x 12**
		-	**-**	**90**	**92,501**	**15**	**1 x 8 3 x 12**
		95	**97,924**	**-**	**-**	**16**	**4 x 12**

PONTES CLASSE 30 – VELOCIDADE DE 0,5 A 2,5 M/S

Classe	Vel Corrente (m/s)	Vão rio (m)	Comp Ponte (m)	Vão Interm (m)	Comp Ponte (m)	Comp Uniflote	Tipo Prtd Uniflotes
		22	**24,605**	**-**	**-**	**3**	**1 x 6**
		-	**-**	**28**	**30,028**	**4**	**1 x 8**
		-	**-**	**33**	**35,451**	**5**	**1 x 10**
		39	**41,814**	**-**	**-**	**6**	**2 x 6**
		-	**-**	**45**	**47,237**	**7**	**1 x 6 1 x 8**
30		**-**	**-**	**50**	**52,660**	**8**	**2 x 8**
	0,5	**57**	**59,023**	**-**	**-**	**9**	**3 x 6**
	A	**-**	**-**	**62**	**64,446**	**10**	**2 x 6 1 x 8**
	2,5	**-**	**-**	**67**	**69,869**	**11**	**2 x 6 1 x 10**
		74	**76,232**	**-**	**-**	**12**	
		-	**-**	**79**	**81,655**	**13**	**1 x 6 3 x 8**
		-	**-**	**85**	**87,078**	**14**	**4 x 8**
		91	**93,441**	**-**	**-**	**15**	
		-	**-**	**95**	**97,924**	**16**	**2 x 8 2 x 12**
		-	**-**	**101**	**103,347**	**17**	
		108	**110,650**	**-**	**-**	**18**	**3 x 6 3 x 8**
		-	**-**	**114**	**116,073**	**19**	**2 x 6 3x 8 1 x 12**

e. Processos de construção

1) Processo por Partes no Eixo

a) Neste processo as portadas que comporão a ponte são construídas em local próximo e a montante do eixo na primeira margem.

b) Depois de concluídas, as portadas são navegadas e unidas no eixo da ponte. A portada de rampa de primeira margem deverá ser construída no próprio eixo da ponte.

c) É o processo normalmente utilizado.
d) Permite maior rapidez na conclusão da ponte

2) Processo Por Partes com Rebatimento

a) Neste processo a ponte é inteiramente construída paralelamente à primeira margem e em seguida rebatida para o eixo.

b) Numa primeira etapa a ponte é ancorada na margem

c) Numa segunda etapa a ponte é rebatida através da ação nos guinchos manuais.

d) Numa terceira etapa a ponte é ancorada no eixo.

e) Indicado quando o curso d' água, pelas condições de margem ou de navegabilidade, limitar os locais de ponte aos locais também de portadas, isto é quando um mesmo local tiver que ser usada para portada e ponte. O rebatimento permite que a ponte seja construída enquanto se operam portadas.

f. Operações básicas na construção de pontes

1) Montagem de portadas
2) Montagem da ponte (união das portadas)
3) Encontros
4) Ancoragem

g. Montagem das portadas

1) A medida que os uniflotes vão sendo lançados na água inicia-se a montagem das portadas obedecendo a seguinte seqüência:

a) Conectar inicialmente os uniflotes, ligando-os lado a lado.

b) Unir os conjuntos formados topo a topo, dando preferência à entrada e conexão das partes fêmeas sobre as partes macho.

c) Concluída a montagem do corpo central da portada, montar as demais partes, unindo-as ao corpo central, instalando primeiro aquela parte que utiliza "engates fêmea" voltados para o interior do corpo central.

d) Conectar as proas e popas (se for o caso).

e) Instalar os guinchos.

h. Montagem da ponte (União das portadas)

1) Concluída a montagem das portadas, inicia-se a montagem da ponte executando-se os seguintes trabalhos:

a) Instala-se com auxílio de guindaste os conectores articulados, colocando-se os machos numa extremidade e os fêmea na outra.

b) Instalados os conectores, as portadas são navegadas para o eixo da ponte (processo por partes no eixo) ou são unidas às demais (processo com rebatimento).

c) A ligação entre as portadas é feita através dos conectores articulados, que são pinados apenas na parte superior, ao nível do convés dos uniflotes.

d) O piso entre as portadas é preenchido com estrados de aço (piso de conector), que se apoiam sobre os conectores articulados.

e) Os espaços transversais existentes entre os topos dos uniflotes de mesma portada, são preenchidos com estrados transversais de junta.

f) Os espaços laterais existentes entre os uniflotes de mesma portada são preenchidos com estrados laterais de junta (somente na Ponte Classe 50).

g) As unidades de popa são colocadas com auxílio de uma talha.

h) As unidades de proa são colocadas com o auxílio de duas talhas. Uma talha mantém a unidade de proa presa aos engates inferiores do uniflote. Outra talha é acionada de maneira a trazer a proa para os engates superiores do uniflote.

i. <u>Encontros</u>

1) A ligação da ponte às margens é feita através das unidades de rampa.

2) A rampa é fixada à margem pela extremidade mais fina, nariz, que é reforçada com chapas grossas, com cantoneiras soldadas na parte inferior, formando serrilhas para aumentar a fixação na margem.

3) As rampas são unidas às portadas através de conectores de rampa e barras de limitação.

4) As margens já devem estar preparadas para receber as rampas.

5) Devido às características da ponte, o fechamento deve ser feito com correção do vão, em uma ou nas duas rampas.

6) Para a montagem das rampas deve ser obedecida a seguinte seqüência:

a) Colocar os conectores de rampa na portada de primeira margem. Esta operação pode ser feita com auxílio de guindaste ou não.

b) Unir as rampas de primeira margem nos conectores pelos engates inferiores.

c) Colocar os assentos para as talhas (assento “Pul-Lift ou base do macaco).

d) Colocar as barras de limitação.

e) Colocar as talhas de alavanca nos seus respectivos assentos.

f) Trazer as rampas para a posição vertical, agindo nas talhas e fixando-as com o pino longo existente em cada conector.

g) Repetir as operações acima para as rampas de segunda margem.

h) Após colocar as rampas deve-se retirar o pino longo e baixar as unidades de rampa na margem.

j. <u>Ancoragem</u>

1) São os seguintes sistemas de ancoragem e suas combinações que poderão ser empregados na Ponte Fita:

a) Cabos de ancoragem (cabos das margens) a jusante e a montante.

b) Âncoras a jusante e a montante.

c) Cabo-guia a jusante e a montante.

d) Combinação de âncoras e cabos de ancoragem a jusante e a montante.

e) Combinação de cabo-guia e cabo de ancoragem, a jusante e a montante.

2) A ancoragem dos diversos tipos de ponte pode ser aumentada ou combinada, dependendo das características do curso d’ água.

3) Para vãos de até 70 (setenta) metros a ancoragem pode ser feita por cabos de ancoragem nas margens (pontos de ancoragem) aos guinchos colocados nos uniflotes ou proas/popas.

4) Considerando a pior hipótese, prevê-se a ancoragem com um cabo e respectiva âncora em cada uma das proas/popas.

5) O painel de âncora já preparado com "unhas" deve ser lançado com a Embarcação de Manobra e, após, tesado pelo guincho.

6) Considerando-se somente a velocidade da corrente e o tipo de ponte, pode-se estabelecer os seguintes dados:

ANCORAGEM DE PONTE FITA

VELOCIDADE DA CORRENTE	CLASSE DA PONTE
Até 0,5 m/s	30 e 50 – sem proas/popas
De 0,5 a 2,5 m/s	30 e 50 – uso obrigatórios de proas/popas
Acima de 2,5 m/s	Lançamento impossível

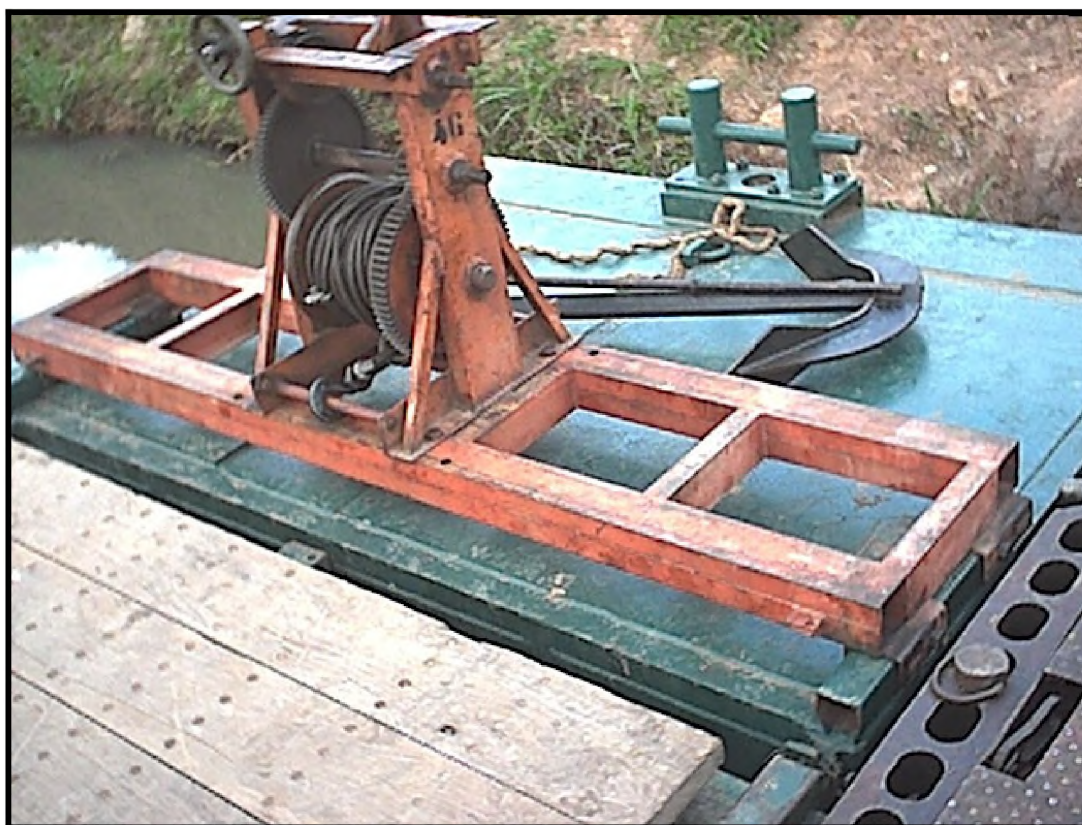



Figura 29. Material de ancoragem da Ponte Fita

6. PESSOAL

a. Turmas de Construção

TURMAS DE CONSTRUÇÃO DA PONTE FITA

TURMAS	MISSÃO
Lançamento dos Uniflotes	-Guarnece os uniflotes e rampas com os pisos. -Descarrega os uniflotes, proas/popas e rampas das Vtr com auxílio de guindaste e os lança na água.
Montagem de Portadas	-Recebe os uniflotes e as proas/popas na água e conecta-os formando as portadas. -Instala os conectores articulados nas portadas.
Primeira e Segunda Margem	-Prepara a 1ª margem no eixo da ponte. -Conecta as rampas na 1ª margem e fixa-as na 1ª margem, no alinhamento do eixo. -Concluído este trabalho, a turma desloca-se para a 2ª margem e inicia idêntico serviço.
Ligação	-Trabalha sobre a extremidade da ponte voltada para a 2ª margem. -Recebe as portadas prontas e conecta à parte de ponte já construída até chegar a margem. -Instala os pisos de aço sobre os intervalos dos conectores.
Navegação	-Navega as portadas montadas nos canteiros auxiliares até o eixo da ponte. -Auxilia a turma de ligação na conexão das portadas no eixo. -Auxilia a turma de ancoragem no lançamento das âncoras.
Ancoragem	-Instala as mesas e os guinchos nas proas/popas ou uniflotes. -Prepara pontos de ancoragem na margem, se for o caso. -Lança âncoras auxiliada pela Tu de Navegação. -Ancora a ponte às margens ou às âncoras através de cabos de aço. -Aciona os guinchos no rebatimento da ponte.
Observações	-A Tu de Lançamento de Uniflotes após terminados os seus trabalhos, poderá ser empregada como mais uma turma de montagem de portadas.

b. Efetivo das turmas de construção

EFETIVO DAS TURMAS DE CONSTRUÇÃO – 1 PEL ENG REF

TURMAS	1º Ten	2º Sgt	3º Sgt	Cb	Sd	Total
Cmt Ponte	01	-		-	-	01
Lançamento de uniflotes	-	-	01	01	08	10
Montagem de portadas	-	-	02	-	08	10
1ª e 2ª margem	-	01	-	01	08	10
Ligação	-	01	-	-	04	05
Navegação	-	-	02	-	04	06
Ancoragem	-	-	01	01	08	10
Segurança	-	-	-	01	02	03
Total	01	02	06	04	42	55

7. SEGURANÇA

a. Generalidades

1) Medidas de segurança devem ser tomadas, tanto com relação ao material como em relação ao pessoal.

2) As medidas relativas ao material são referentes a sua manutenção e proteção.

3) As medidas relativas ao pessoal são referentes aos cuidados que devem ser cuidados para evitar acidentes.

b. Manutenção do material

1) Efeito do tráfego – O tráfego de viaturas e equipamentos pesados causam vibrações e exigem esforços da equipagem que podem danificar certos pontos vitais, como:

a) Pinos e engates dos conectores articulados, de rampa e dos uniflotes.

b) Pisos dos uniflotes, rampas, conectores articulados, conectores de rampa.

c) Encontros das rampas nas margens cuja fixação é feita pela parte serilhada inferior do nariz da rampa.

d) Guinchos e cabos do sistema de ancoragem.

2) Mudança nas condições do rio – A variação do nível da água, bem como da correnteza podem atuar sobre a ponte causando avarias; então, especial atenção deve ser dada para os seguintes aspectos:

a) Sistemas de ancoragem.

b) Suportes flutuantes.

c) Rampas e respectivos encontros nas margens.

d) Limites da correnteza para o lançamento.

c. Proteção da ponte

1) Considerando que a Ponte Fita de Uniflotes é uma equipagem contínua, com poucos espaços para passagem da água entre os suportes flutuantes, torna-se mais importante e necessárias as medidas de proteção com relação ao seguinte:

a) Velocidade da correnteza.

b) Variação do nível d' água.

c) Efeito de aluviões, troncos e galhos de árvores, objetos flutuantes contra a equipagem.

d) Efeito de minas flutuantes e submarinas.

e) Efeito das ações de inimigos sabotadores, tanto em botes como nadadores e/ ou mergulhadores.

f) Efeito de ataque nuclear.

2) A proteção da ponte pode ser feita com redes especiais a montante, contra aluviões, troncos, minas flutuantes e submarinas e ações de sabotadores, sob vigilância de guardas; redes especiais a jusante contra a ação de sabotadores. Dispersão do material e alternância de locais de travessia, como medidas contra ataque nuclear.

d. Segurança do pessoal

1) Todos devem trabalhar com salva-vidas.

2) Uma embarcação com um graduado e dois soldados, devidamente equipada com motor, salva-vidas e cordas, deve ter a missão de socorrer elementos que caiam na água.

3) O manuseio de todo material e, principalmente, de equipamentos deve ser feito por tropa bem instruída.

4) Os locais de instrução bem escolhidos, tendo em vista o peso e o tamanho dos componentes da ponte.

5) Todo pessoal do efetivo de construção da ponte deve ser instruído e adestrado para cumprir as missões de manutenção e proteção da ponte.

6) A manutenção da ponte deve ser feita por militares selecionados, distribuídos um por suporte flutuante, encontros e sistema de ancoragem.

Figura 30. Operações com uniflotes

e. Inspeções e verificações

1) Após a passagem de cada Vtr ou equipamento, o elemento destacado no suporte flutuante, rampas e encontros e sistema de ancoragem deve inspecionar e verificar o comportamento e situação dos pinos, engates, diferentes tipos de pisos, rampas e encontros, cabos e guinchos de ancoragem.

2) Informar ao chefe da equipe de manutenção a situação do material.

3) Os guardas da ponte devem orientar aos motoristas e operadores de equipamento, quanto aos cuidados na travessia.

4) Os guardas da rede de proteção devem informar com presteza, qualquer anormalidade verificada.

5) O Cmt da Ponte deve fechar a ponte ao tráfego, quando for informado de qualquer anormalidade e inspecionar pessoalmente, para avaliar a gravidade da informação, determinando a abertura ao tráfego ou não, conforme conclua sobre sua verificação.

8. MANUTENÇÃO

a. Peças estruturais

1) Manter as peças limpas e lubrificadas.

2) Os uniflotes, proas, popas e rampas permanecem um grande período dentro da água. e sofrem oxidação. Os mesmos devem ser retirados da água e os locais oxidados devem ser lixados. Posteriormente deve ser passada uma tinta antioxidante e pintados com uma camada de tinta.

3) Atenção especial deve ser dada aos militares que executarem a manutenção empregando anti-oxidantes, solventes e tintas, pois poderão sofrer a ação tóxica destes produtos.

b. Armazenamento

1) O material deverá estar limpo, lubrificado e engraxado.

2) Os equipamentos deverão estar identificados, numerados e devidamente armazenados.

Figura 31. Armazenagem de uniflotes

Figura 32. Armazenagem de proas e popas

9. TRANSPORTE

a. Generalidades

1) Deve ser executado por pessoal especializado utilizando desde viaturas tracionadas QT 5 toneladas até pranchas. O material deve ser embarcado com o auxílio de guindaste. O material deve estar devidamente amarrado com cabos de aço.

Figura 33. Um exemplo de transporte de uniflotes em prancha

Figura 34. Um exemplo de transporte de uniflotes em prancha

Figura 35. Um exemplo de transporte de uniflote em viatura 5 toneladas

10. PROJETO DE PONTE FITA

a. Dados de reconhecimento

1) Vão do rio.
2) Velocidade da correnteza.
3) Natureza das margens.
4) Variação do nível da água.
5) Presença de troncos de árvores, formação de aluvião ou outros objetos flutuantes no trecho do rio onde será construída a ponte.

b. Classe da ponte

1) A determinação da Classe da ponte (30 ou 50), é função da viatura de maior Classe que passará pela ponte. Este dado é obtido junto ao elemento apoiado.

c. Determinação do tipo de ponte

1) Com os dados obtidos no reconhecimento e o a Classe definida, verificar o comprimento e o tipo de ponte a ser construída.

d. Cálculo de material

1) Com o tipo de ponte definida, verificar a relação de material.

e. Ancoragem da ponte

1) A ancoragem dos diversos tipos de Ponte Fita deve ser aumentada caso a velocidade da corrente do rio no local assim exija.

f. Trabalhos nas margens

1) Durante o reconhecimento o Cmt da ponte deverá fazer uma avaliação dos trabalhos a serem executados nas margens.
2) Deverão ser levados ainda em consideração os seguintes aspectos em relação às margens:
a) Área na primeira margem para movimentação do comboio de material.
b) Emprego de equipamento para execução dos trabalhos de preparação das margens.
c) Situação dos acessos de entrada e saída da ponte.

PLANILHA PARA PROJETO DE PONTE FITA

1. RECONHECIMENTO		
a. Local de construção:		
b. Carta da região:		Escala:
c. Vão do rio:	d. Vel corrente:	e. Variação nível:

<table>
<tr><td colspan="6">f. Natureza da 1ª margem:</td></tr>
<tr><td colspan="6">g. Natureza da 2ª margem:</td></tr>
<tr><td colspan="6">h. Presença de troncos, aluviões, destroços, etc.:</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">2. PROJETO</td></tr>
<tr><td colspan="3">a. Classe da ponte</td><td colspan="3">b. Comprimento da ponte:</td></tr>
<tr><td colspan="6">c. Material: Relacionar</td></tr>
<tr><td colspan="6">d. Trabalhos de margem a serem executados:</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">e. Ancoragem:</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">f. Medidas de proteção:</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">3. PERFIL DO LOCAL</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="2">DATA</td><td colspan="2">LOCAL</td><td colspan="2">ASSINATURA</td></tr>
</table>

Figura 36. Ponte Fita

11. CÁLCULO DE MATERIAL

CÁLCULO DE MATERIAL PARA PONTE FITA CLASSE 30
VELOCIDADE DA CORRENTE ATÉ 0,5 M/S

MATERIAL	VÃO DO RIO (m)												
	28	33	39	45	50	56	62	67	73	78	85	90	91
Uniflote	12	14	16	20	24	26	28	32	36	38	40	44	48
Piso de uniflote	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
Conector articulado (m)	-	-	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	6
Conector articulado (f)	-	-	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	6
Piso conector articulado	-	-	8	8	8	8	16	16	16	16	24	24	24
Estrado transversal junta	6	8	8	10	12	14	14	16	18	20	20	22	24
Proa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Popa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rampa	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Piso de rampa	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Conector rampa macho	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Conector rampa fêmea	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Piso junção rampa	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Barra de limitação	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Estrado lateral junta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cjto talha guincho	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Base do macaco	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Base do guincho	4	4	4	4	4	5	6	6	8	8	8	9	10
Guincho	4	4	4	4	4	5	6	6	8	8	8	9	10
Cabo de aço	4	4	4	4	4	5	6	6	8	8	8	9	10
Painel âncora	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4	5	6
Unha p/ âncora	-	-	-	-	-	-	-	-	24	24	24	30	36
Parafuso de unha	-	-	-	-	-	-	-	-	24	24	24	30	36
Algemas "D"	8	8	8	8	8	9	10	10	12	12	12	13	14
Clipes p/ cabo de aço	24	24	24	24	24	27	30	30	36	36	36	39	42
Chave para clipes	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
Marreta	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Peça ancoragem	6	6	6	6	6	7	8	8	10	10	10	11	12
Piquetes de aço	48	48	48	48	48	56	64	64	80	80	80	88	96
Amarras	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
Pá	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Picareta	10	10	109	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Salva-vidas	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Linga p/ cabo de aço	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Embarcação de manobra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Guindaste	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bt pneumático c/ motor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

CÁLCULO DE MATERIAL PARA PONTE FITA CLASSE 30
VELOCIDADE DA CORRENTE DE 0,5 A 2,5 M/S

MATERIAL	VÃO DO RIO (m)																
	22	**28**	**33**	**39**	**45**	**50**	**57**	**62**	**67**	**74**	**79**	**85**	**91**	**95**	**101**	**108**	**114**
Uniflote	6	8	10	12	14	16	18	20	22	28	30	32	34	40	42	44	48
Piso de uniflote	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
Conector articulado (m)	-	-	-	2	2	2	4	4	4	6	6	6	8	6	6	10	10
Conector articulado (f)	-	-	-	2	2	2	4	4	4	6	6	6	8	6	6	10	10
Piso conector articulado	-	-	-	8	8	8	16	16	16	24	24	24	32	24	24	40	40
Estrado transversal junta	4	6	8	8	10	12	12	14	16	16	18	20	20	24	26	24	26
Proa	6	8	10	12	14	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Popa	6	8	10	12	14	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Rampa	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Piso de rampa	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Conector rampa macho	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Conector rampa fêmea	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Piso junção rampa	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Barra de limitação	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Estrado lateral junta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cjto talha guincho	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Base do macaco	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Base do guincho	4	6	6	6	6	6	7	7	8	11	12	12	12	12	14	14	14
Guincho	4	6	6	6	6	6	7	7	8	11	12	12	12	12	14	14	14
Cabo de aço	4	6	6	6	6	6	7	7	8	11	12	12	12	12	14	14	14
Painel âncora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	8	8	8	8	8	10	10
Unha p/ âncora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	48	48	48	48	48	60	60
Parafuso de unha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	48	48	48	48	48	60	60
Algemas "D"	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Clipes p/ cabo de aço	24	24	24	24	24	24	27	27	30	39	42	42	42	42	48	48	48
Chave para clipes	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Marreta	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Peça ancoragem	6	8	8	8	8	8	9	9	10	6	6	6	6	6	8	6	6
Piquetes de aço	48	64	64	64	64	64	72	72	80	48	48	48	48	48	64	48	48
Amarras	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	5	4	4	6	6
Pá	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Picareta	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Salva-vidas	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Linga p/ cabo de aço	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Embarcação de manobra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Guindaste	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bt pneumático c/ motor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

12. DAMEPLAN DE PONTE FITA

DAMEPLAN DE PONTE FITA

<table>
<tr><td colspan="12">1. DADOS E MEDIDAS</td></tr>
<tr><td colspan="6">a. Local da ponte</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">b. Data de construção</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">c. Finalidade</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">d. Tropa empregada</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">e. Experiência da tropa</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">f. Processo de construção</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">g. Acidentes ocorridos</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">h. Vão do rio</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">i. Velocidade da corrente</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">j. Comprimento da ponte</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">l.. Tempo descarga de material</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">m. Tempo de construção da ponte</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">n. Tempo de transposição da tropa apoiada</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">o. Efetivo empregado na construção</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">p. Nr Vtr utilizadas no transporte material</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="3">5 ton:</td><td colspan="3">2 ½ ton:</td><td colspan="3">¾ ton:</td><td colspan="3">¼ ton:</td></tr>
<tr><td colspan="6">q. Equipamentos empregados</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">r. Calado da ponte sob o peso
da Vtr de maior Classe</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">s. Calado no conector articulado</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">t. Calado no conector de rampa</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">u. Distância de transporte do material</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">v. Combustível consumido</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="12">2. OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES</td></tr>
<tr><td colspan="12"></td></tr>
<tr><td colspan="12"></td></tr>
<tr><td colspan="12"></td></tr>
<tr><td colspan="12"></td></tr>
<tr><td colspan="4">DATA</td><td colspan="4">LOCAL</td><td colspan="4">ASSINATURA</td></tr>
</table>

13. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Exército Brasileiro. **Catálogo de Suprimento da Ponte Fita de Uniflote.** Aditamento ao Boletim Interno da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: DME, nº 39, 1982.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Ponte Fita construída com Material Uniflote.** Aditamento ao Boletim Interno da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: DME, nº 46, 1979.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Ponte Fita de Uniflotes – Classes 30 e 50.** Aditamento ao Boletim Interno da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: DME, nº 17, 1983.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Ponte Fita I.** Aditamento ao Boletim Interno da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: DME, nº 20, 1981.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Ponte Fita II.** Aditamento ao Boletim Interno da Diretoria de Material de Engenharia. Brasília: DME, nº 22, 1981.

BRASIL. Exército Brasileiro**. Vade-Mecum de Engenharia, C 5-34.** Brasília: EGGCF, 1983.

HATHRELL. J.A.E. Maj (R1) **Manual Bailey Uniflote.** Tradução em português da Cia T. Janer. Rio de Janeiro: Gráfica Olímpica Editora, 1972.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Ponte Fita**. Pontes Leves e Pesadas. 1998.

SILVA, Reinaldo Rodrigues (Cap). **Ponte Fita.** Rio de Janeiro: 1º BE Cmb, 1987.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

PONTE M4T6

1. INTRODUÇÃO

É indispensável a utilização do Manual Técnico da Ponte M4T6, T5-278 para o estudo da equipagem.

Realizar-se-á um trabalho de dimensionamento de Portadas, Pontes Flutuantes, Pontes Fixas e Sistemas de Ancoragem.

As equipagens estão distribuídas e concentradas nas Organizações Militares de Engenharia do Estado do Rio Grande do Sul.

A Equipagem de Ponte M4T6 é originária dos Estados Unidos da América.

2. GENERALIDADES

<u>PARÂMETROS UTILIZADOS</u>

PARÂMETRO	OBSERVAÇÃO
MEDIDAS LINEARES	M (metro)
VELOCIDADE DA CORRENTE	M/S (metro por segundo)
PARTES EM BALANÇO a. Pnt normal (c/ Flu inteiro ou 1 / 2 Flu) b. Pnt reforçada c. Pnt semi-reduzida, reduzida e super-reduzida	 6,25 m 5,89 m 8,79 m
RESERVA	Acrescer 1/3 as necessidades Abater 1 /4 das disponibilidades
TIPO DE TRAVESSIA	Segurança
ÁREA DE DOIS DORMENTES SOB A TRAVESSA DE ENRIJECIMENTO NUMA EXTREMIDADE (A Nec)	1,0 m²
ÁREA DE UMA PEÇA PADRÃO DE MADEIRA DE FUNDAÇÃO	0,20 m²
ALTURA ÚTIL DO CAVALETE	5,0 m
CAVALETES POR EQUIPAGEM	2 (dois)

3. PORTADAS

a. <u>Dados Necessários</u>

1) Velocidade da corrente, em m/s.
2) Número classe das viaturas que utilizarão a portada.

b. Dimensionamento

DIMENSIONAMENTO DE PORTADA M4T6

DIMENSIONAMENTO	TABELA	PÁG
1) Selecionar o tipo de Prtd a) Utilizando a velocidade da corrente e o Nr Cl das Vtr que utilizarão a Prtd, selecionar, na tabela, o tipo de Prtd que atende às necessidades da seguinte maneira: (1) Sob a inscrição "travessia com segurança", selecionar a velocidade da corrente igual ou imediatamente maior que a velocidade da corrente do rio a transpor. (2) Na coluna da velocidade da corrente selecionada, escolher uma Prtd com Nr Cl igual ou imediatamente maior que o Nr Cl das Vtr. (3) Caso duas ou mais Prtd apresentem um mesmo Nr Cl, adotar a que use o menor número de suportes flutuantes. (4) Ler, na coluna da esquerda da tabela, o tipo de Prtd escolhida.	**Tab 1-2**	**58**
2) Calcular o material necessário a) Utilizando a tabela, fazer a leitura da necessidade de cada um dos componentes, na interseção da linha correspondente ao componente com a coluna correspondente à Prtd adotada. b) Reserva: Uma portada por local de travessia, igual à Prtd de maior capacidade dentre as que estão previstas para ser construídas nesse local.	**Tab 1-7**	**70**
3) Calcular o número de equipagens necessárias a) Utilizando a tabela, fazer a leitura do Nr de equipagens necessárias, em função do Nr de Prtd que se deseja construir.	**Tab 1-3**	**64**
4) Calcular o pessoal necessário para construção e operação a) Para construção de uma portada: 01 (um) Pel E Cmb b) Para operação e manutenção de uma portada: 1 (um) GE c) Multiplicar pelo número de Prtd.	**-**	**-**
5) Calcular o tempo necessário para construção a) Portada de 4 suportes flutuantes: 90 minutos b) Portada de 5 ou 6 suportes flutuantes: 100 minutos c) Multiplicar pelo número de Prtd.	**-**	**-**

Figura 1. Portada M4T6

4 PONTES FLUTUANTES

a. <u>Dados Necessários</u>

1) Largura do rio (LR), em metros.
2) Perfil do rio.
3) Velocidade da corrente, em m/s.
4) Tipo do solo de cada uma das margens e condições em que se encontra.
5) Número Classe das viaturas que utilizarão a ponte.

b. <u>Dimensionamento</u>

DIMENSIONAMENTO DE PONTE FLUTUANTE M4T6

DIMENSIONAMENTO	TABELA	PÁG
1) Selecionar o tipo de ponte flutuante a) Utilizando a velocidade da corrente e o Nr Cl das viaturas que utilizarão a Pnt, selecionar na tabela o tipo de Pnt Flu a ser projetada da seguinte maneira: (1) Na linha correspondente à velocidade da corrente, selecionar a que seja igual ou imediatamente maior que a velocidade da corrente do rio. (2) Na coluna "S" (travessia com segurança) correspondente à velocidade da corrente adotada, selecionar o número classe igual ou imediatamente superior ao maior número classe das Vtr que utilizarão a Pnt (atenção para a Cl SR e a Cl SL), esse será o Nr Classe da Pnt (SR e SL). (3) Na linha correspondente ao Nr Cl da Pnt, ler, na coluna da esquerda da tabela, o tipo de Pnt Flu que atende à necessidade.	**Tab 1-13**	**105**
2) Determinar ma e mb a) **ma:** distância em metros da primeira margem onde existe calado mínimo de 1,0 m para os suportes flutuantes. b) **mb:** distância em metros da segunda margem onde existe calado mínimo de 1,0 m para os suportes flutuantes.	**-**	**-**
3) Calcular Lo **Lo = LR – ma - mb**	**-**	**-**
4) Determinar CP min e CP max a) Utilizando uma das tabelas, correspondente ao tipo de ponte escolhido em '1)", acima, determinar o valor CP min, em metros, igual ou imediatamente menor que Lo; o valor do CP max, em metros, será o número da esquerda do CP min.	**Tab 1-21 a Tab 1-26**	**119 a 124**
5) Verificar se há necessidade de lances fixos em cada uma das margens a) Fixar a posição do primeiro suporte flutuante. b) Comparar ma com o comprimento da parte em balanço da parte de margem da ponte (P Bal): (1) Se ma <= P Bal, não há necessidade de lances fixos, a P Bal alcança a primeira margem; (2) Se ma > P Bal, há necessidade de se construir lances fixos para se atingir a primeira margem; lançar um suporte fixo na extremidade da P Bal e proceder, a partir daí, como se fosse uma ponte fixa até atingir a primeira margem. c) Calcular a distância do último Sup Flu à segunda margem. d) **d = LR – (ma + CP min)**, logo:	**-** **-**	**-** **-**

(1) Se d <= P Bal, não há necessidade de lances fixos, a P Bal alcança a segunda margem; (2) Se d > P Bal, há necessidade de se construir lances fixos para se atingir a segunda margem; lançar um suporte fixo na extremidade da P Bal e proceder, a partir daí, como se fosse uma ponte fixa até atingir a Segunda margem;		
6) Calcular a necessidade de peças de madeira de fundação sob os dormentes, para cada uma das extremidades da ponte. a) Utilizando a tabela, entrar na linha correspondente ao tipo de solo da primeira margem e à condição em que se encontra, até a interseção com a coluna correspondente ao tipo de Pnt adotado; o valor encontrado é a área necessária (A nec), em m2, para a fundação de encontro de primeira margem. (1) Se A nec <= 1,0 m², não há necessidade de peças de madeira de fundação sob os dormentes de primeira margem; (2) Se A nec > 1,0 m², há necessidade de peças de madeira de fundação sob os dormentes de primeira margem; dividir A nec pela área de uma peça de madeira de fundação (0,20 m²); o resultado da divisão é o número de peças de madeira de fundação; caso seja número ímpar arredondar para o número par imediatamente superior, pois as peças devem ser repartidas igualmente entre os dois dormentes do encontro de primeira margem. b) Repetir a operação para a segunda margem. c) Multiplicar por dois a quantidade de peças de madeira de fundação calculada para cada margem para atender a necessidade de fundação sob os dormentes dos lances de aproximação, **caso estes sejam utilizados.** Se nada for dito em contrário, prever a utilização de lances de aproximação.	**Tab 1-20**	**118**
7) Calcular o material necessário para a construção da ponte. a) Utilizando uma das tabelas, correspondente à Pnt planejada, fazer a leitura da quantidade de cada um dos componentes da interseção da linha correspondente ao CP min adotado e a coluna respectiva. b) Atenção para as observações na tabela. c) O material para um lance de aproximação consta da tabela. d) Reserva: As tabelas não prevem a reserva de material. Se nada for dito em contrário, acrescer 1/3 as necessidades.	**Tab 1-21 A Tab 1-26** **Tab 1-28**	**119 a 124** **125**
8) Calcular o número de equipagens necessárias a) Utilizando a tabela, fazer a leitura do Nr de equipagens necessárias ou calcular o número de equipagens, conforme o comprimento da ponte.	**Tab 1-14**	**107**
9) Calcular o tempo necessário para a construção a) Pnt flutuantes com flutuador inteiro: 0,2 m/minuto. b) Pnt flutuantes com meio flutuador: 1,7 m/minuto. c) Multiplicar pelo comprimento da ponte.	**-**	**-**

Figura 2. Ponte M4T6

5. PONTES FIXAS

a. Dados Necessários

1) Largura do vão, em metros.
2) Perfil do vão.
3) Tipo do solo em cada uma das margens e condições em que se encontra.
4) Número Classe das viaturas que utilizarão a ponte.

b. Dimensionamento

DIMENSIONAMENTO DE PONTE FIXA M4T6

DIMENSIONAMENTO	TABELA	PÁG
1) Selecionar o tipo de ponte fixa a) Utilizando a tabela, selecionar na coluna DISTÂNCIA ENTRE OS ENCONTROS, o menor comprimento que atenda à necessidade; nas linhas correspondentes a esse comprimento, selecionar a que apresente a menor largura do tabuleiro e a maior largura da via. b) A recomendação de menor largura para o tabuleiro visa à economia de material (vigas). c) A recomendação de maior largura para a via visa a uma maior largura para o piso de uso da ponte.	**Tab 1-15**	**108**
2) Ponte de cavaletes a) Caso não exista uma ponte biapoiada que atenda o comprimento ou à Classe, dividir o vão em vãos menores e tentar uma combinação de pontes biapoiadas, utilizando cavaletes como suportes fixos na junção entre elas. b) Na utilização de pontes biapoiadas e cavaletes, observar que as pontes biapoiadas "E" e "Q" têm 23 vigas de largura do tabuleiro em uma extremidade e 22 vigas de largura do tabuleiro na outra extremidade, razão pela qual somente uma das extremidades pode ser apoiada em cavalete (o chapéu de cavalete permite o encaixe de 22 vigas). c) A ponte biapoiada do tipo "I" não pode ser apoiada em cavaletes, pois tem 23 vigas de largura em ambas as extremidades.	**Tab 1-15**	**108**
3)Necessidade de peças de fundação para cada extremidade a) Utilizando a tabela, entrar na coluna correspondente ao comprimento, largura do tabuleiro e largura da via da ponte selecionada; descer até a interseção com a linha correspondente à descrição do solo e condição em que se encontra. b) O valor obtido é a **A nec** para o apoio dos dormentes. c) A partir daí, proceder da mesma maneira que para as pontes flutuantes.	**Tab 1-31**	**127**
4) Calcular o material necessário para a construção da ponte a) Utilizando a tabela, fazer a leitura de cada um dos componentes da interseção da coluna correspondente à ponte adotada com a linha do componente considerado. b) Quando a solução resultar na adoção de mais de uma ponte biapoiada, não esquecer de somar as quantidades de material de cada uma das pontes biapoiadas. c) Não esquecer de incluir os cavaletes, quando for o caso de sua utilização. d) Reserva: Acrescer 1/3 as necessidades ou abater 1/4 as disponibilidades.	**Tab 1-32**	**128**
5) Calcular o número de equipagens necessárias a) Utilizando a tabela, fazer a leitura do número de equipagens necessárias. Atenção para as observações da tabela.	**Tab 1-16**	**109**

6) **Calcular o tempo necessário para a construção de pontes biapoiadas** a) Pnt fixas: 0,4 m/minuto. b) Multiplicar pelo comprimento total da ponte.	-	-

Figura 3. Ponte Fixa M4T6

Figura 4. Ponte Fixa M4T6

6. SISTEMAS DE ANCORAGEM

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE ANCORAGEM POR CABOS DIRECIONAIS PARA UMA PONTE M4T6

Dados: Comprimento ou número de suportes flutuantes
Tipo de solo das margens
Altura das margens
Nível do lençol freático

DIMENSIONAMENTO	TABELA	PÁG
1) Determinação do comprimento dos cabos de amarração a) Comprimento usual: 15 a 20 metros	**-**	**194**
2) Determinação dos suportes flutuantes nos quais serão fixados os cabos de ancoragem direcionais	**Tab 2-2**	**194**
3) Nr dos Sup Flu aos quais devem ser conectados os cabos de ancoragem direcionais	**Tab 2-8**	**200**
4) Determinação dos comprimentos dos cabos de ancoragem direcionais e locação dos seus pontos de ancoragem	**Tab 2-10 A Tab 2-14**	**204 a 208**
5) Dimensionamento dos pontos de ancoragem dos cabos direcionais	**-**	**262**
6) Determinação do número de suportes para cada cabo de ancoragem direcional a) Margens < 3,0 metros: um Sup para cada 60 metros de cabo b) Margens > 3,0 metros: um Sup para cada 90 metros de cabo	**-**	**210**

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE ANCORAGEM POR ÂNCORAS PARA UMA PONTE M4T6

Dados: Comprimento ou número de suportes flutuantes

DIMENSIONAMENTO	TABELA	PÁG
1) Determinação do número de cabos de âncora e âncoras a serem utilizados	**Tab 2-16**	**212**
2) Determinação dos comprimentos dos cabos de âncora a) Teórico: Comprimento = 10 x Profundidade b) Prático: Comprimento = 60 metros	**-**	**211**

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE ANCORAGEM POR CABOS-GUIA PARA UMA PONTE M4T6

Dados: Comprimento ou número de suportes flutuantes
Tipo de solo das margens
Altura das margens
Nível do lençol freático
Largura do vão

Velocidade da corrente

DIMENSIONAMENTO	TABELA	PÁG
1) Determinação das coordenadas das torres de ancoragem	Tab 2-18/ Tab 2-19	219/ 220
2) Determinação do comprimento de cada torre de ancoragem	Tab 2-20/ Tab 2-21	221/ 222
3) Determinação das coordenadas de cada ponto de ancoragem e de suas deflexões angulares	Tab 2-22/ Tab 2-23/ Tab 2-24	223/ 224/ 226
4) Determinação do diâmetro mínimo do cabo-guia e de seu comprimento necessário	Tab 2-25/ Tab 2-26/ Tab 2-27	227/ 228/ 229
5) Dimensionamento de cada ponto de ancoragem	-	262
6) Determinação da flecha vertical inicial (para locação)	Tab 2-28	230
7) Determinação da quantidade e do comprimento dos tirantes	Tab 2-29/ Tab 2-30	231/ 232
8) Determinação da flecha horizontal final (para verificação)	Tab 2-31/ Tab 2-32	233/ 234

DIMENSIONAMENTO DE POÇO DE ANCORAGEM COM DORMENTE DE PRANCHÃO DE MADEIRA PARA UMA PONTE M4T6

Dados: Diâmetro do cabo de aço
Categoria e classificação do cabo de aço
Inclinação de chegada ao solo do cabo de aço (IC)

DIMENSIONAMENTO	TABELA	PÁG
1) Definição dos parâmetros do cabo	-	265
2) Determinação da carga de ruptura do cabo ancorado (CR)	Tab 7-10 A Tab 7-20	329 a 339
3) Definição das características do solo a) Nível do lençol freático (NL)	-	265
4)Determinação da profundidade de ancoragem (PA) PA <= NL – 0,30 m	-	265
5) Determinação do poder de retenção do solo (PR)	Tab 5-1	266
6) Determinação da área de ancoragem (AA) AA => $\frac{CR}{PR}$	-	268
7)Determinação do comprimento mínimo do dormente do pranchão LP => $\frac{AA}{HP}$ + O,30	-	268
8) Determinação da espessura do pranchão EP = $\frac{LP}{9}$	-	268
9) Número de pranchões NP' = $\frac{EP}{EP'}$	-	270

10) Dimensionamento da área do elemento protetor **AE => $\frac{CR}{350.000}$**	**-**	**271**
11) Determinação do comprimento do elemento protetor **LE => $\frac{AE}{HP - 0,05}$**	**-**	**271**
12) Determinação da espessura do elemento protetor **EE => $\frac{LE}{9}$**	**-**	**272**

DIMENSIONAMENTO DE POÇO DE ANCORAGEM COM DORMENTE DE TORO DE MADEIRA PARA UMA PONTE M4T6

Dados: Diâmetro do cabo de aço
Categoria e classificação do cabo de aço
Inclinação de chegada ao solo do cabo de aço (IC)

DIMENSIONAMENTO	TABELA	PÁG
1) Definição dos parâmetros do cabo	**-**	**282**
2) Determinação da carga de ruptura do cabo ancorado (CR)	**Tab 7-10** **A** **Tab 7-20**	**329** **a** **339**
4) Definição das características do solo a) Nível do lençol freático (NL)	-	**282**
4)Determinação da profundidade de ancoragem (PA) **PA <= NL – 0,30 m**	**-**	**282**
5) Determinação do poder de retenção do solo (PR)	**Tab 5-1**	**266**
6) Determinação da área de ancoragem (AA) **AA => $\frac{CR}{PR}$**	**-**	**282**
7)Determinação do comprimento mínimo do dormente do toro **LT => $\frac{AA}{DT}$ + O,30**	**-**	**283**
8) Teste do toro quanto à flexão **$\frac{LT}{DT}$ <= 5**	**-**	**283**
9) Dimensionamento da área do elemento protetor **AE => $\frac{CR}{350.000}$**	**-**	**284**
10) Determinação do comprimento do elemento protetor **LE => $\frac{AE}{HE}$** **HE = 1,57 x DT**	**-**	**285**
11) Determinação da espessura do elemento protetor **EE => $\frac{LE}{5}$**	**-**	**285**

7. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Exército Brasileiro. **Dados de Planejamento Escolar.** Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. Rio de Janeiro: ESAO, 1994.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Ponte M4T6. Engenharia. Pontes.** Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. Rio de Janeiro: ESAO, 1997.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Ponte M4T6. Lição Peculiar de Engenharia. Pontes.** Curso de Preparação da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. Rio de Janeiro: ESAO, 1993.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Ponte M4T6.** Manual Técnico. T5-278. Brasília: EGGCF, 1990.

BRASIL. Exército Brasileiro**. Vade-Mecum de Engenharia, C 5-34.** Brasília: EGGCF, 1983.

PAOLI, Paulo Cesar de. **Ponte M4T6**. Pontes Leves e Pesadas. 1998.

US ARMY. **Combat Engineer Systems Handbook.** Fort Leonard Wood, Missouri, USA: US Army Engineer School, 1990.

US ARMY. **Engineer Field Data. FM 5-34.** Washington, DC: 1987.

US ARMY. M4T6**. Military Floating Bridge Equipment**. **TM 5-210**. Washington, DC: 1970.

US ARMY. **Mobility Field Manual. FM 5-101.** Washington, DC: 1985.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

PONTE BAILEY

1. INTRODUÇÃO

É uma ponte portátil pré-fabricada, desenhada para uso militar e utilizada para completar vãos de até sessenta metros. Sua construção não exige equipamentos especiais ou pesados. Os elementos da Ponte Bailey são suficientemente pequenos para serem transportados em viaturas e a ponte possuiu resistência suficiente para permitir a travessia de viaturas. A invenção da Ponte Bailey é considerada um dos melhores exemplos da Engenharia Militar.

A Ponte Bailey foi apresentada pelo britânico Donald Bailey a seus superiores, que trabalhava no escritório do Exército Britânico durante a Segunda Guerra Mundial. Foi utilizada pela primeira vez na Itália, em 1942. Os Estados Unidos da América obtiveram a licença de fabricação e produziram diversas pontes para a Invasão da Normandia e a Campanha do Norte da Europa.

O Exército Brasileiro dispõe de material Bailey M2 de fabricação inglesa, norte-americana e nacional. As equipagens de ponte Bailey estão distribuídas a maioria das unidades de Engenharia de Combate e, excepcionalmente, a algumas organizações de Engenharia de Construção.

Para emprego da Ponte Bailey recomenda-se a utilização do Manual Técnico T5-277, Ponte de Painéis Tipo Bailey M2, 1ª parte, Montada sobre Suportes Fixos (1979). Será apresentado neste artigo, um memento que possui a finalidade de auxiliar os oficiais e praças na utilização da referida ponte.

Figura 1. Construção de Ponte Bailey M2

2. MEMENTO DE PONTE BAILEY M2

MEMENTO DE PONTE BAILEY M2

Nr	Assunto	Fórmula	Manual T5-277
1	Classe da Ponte		Tab 3-7 / Pg 3-11 Tab 3-1 / Pg 3-6
2	Distância dos Roletes de Lançamento	E = 1,5 x H + 1 DRL = Vão + E1 + E2	
3	Comprimento da Ponte	C Mínimo = DRL + 1,524 m C Normal = DRL + 2,134 m C Real = Múltiplo de 10 pés superior ao C Normal	Pg 7-10 Tab 3-1 / Pg 3-6
04	Número de Roletes de Montagem	$N = \left(\frac{C}{25} \times n\right) + 2$ onde n = 2 SS/DS onde n = 4 DD/T	Pg 7-4
5	Fundações		
5.1	Rolete de Lançamento	a) 1ª Margem $CT = \frac{P\ Lç}{2}$ $A\ Nec = \frac{CT}{Tx\ Res}$ Nr Peças = A Nec / 0,75 m²	Pg 9-19 Pg 8-10 Pg 8-8
		b) 2ª Margem $CT = \frac{P\ Lç}{4}$ $A\ Nec = \frac{CT}{Tx\ Res}$ Nr Peças = A Nec / 0,75 m²	Pg 9-19 Pg 8-10 Pg 8-8
5.2	Placa-Base	$CT = \frac{Pp}{4} + \frac{5\ Cl\ Pnt}{8}$ Pp = (Pág. 1-6 x Nr seções)	Pg 8-8 Pg 3-6

		a) 1ª Margem A Nec = $\frac{CT}{Tx\ Res}$ Nr Peças = A Nec / 0,20 m² (peça de madeira) Nr Peças = A Nec / 1,20 m² (placa-base)	Pg 8-8
		b) 2ª Margem A Nec = $\frac{CT}{Tx\ Res}$ Nr Peças = A Nec / 0,20 m² (peça de madeira) Nr Peças = A Nec / 1,20 m² (placa-base)	Pg 8-8
6	Número de Seções Nariz de Lançamento		Pg 9-19 e outras
7	Abaixamento a ser corrigido	Abaixamento Final = Abaixamento da Tabela + Fator de Segurança (0,1524) + Desnível das Margens Desnível = Soma = 2ª Margem mais alta ou igual Diminui = 2ª Margem mais baixa	
8	Quantidade e Posição dos Engates de Elevação do Nariz de Lançamento		Tab 9-4 / Pg 9-21
9	Quantidade de Macacos e Roletes de Lançamento		Tab 2-2 / Pg 2-18
10	Quantidade de Material		Tab 5-1 / Pg 5-3
11	Tempo de Construção		Tab 6-3 / Pg 6-7
12	Turmas de Construção		Tab 6-1 / Pg 6-5

Figura 2. Construção de Ponte Bailey M2

3. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Exército Brasileiro. **Emprego da Engenharia C5-1.** A Engenharia na Transposição de cursos de água. Manual de Campanha. Brasília: EGGCF, 1986.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Operações de Transposição de Cursos de Água C31-60. Manual de Campanha.** Brasília: EGGCF, 1996.

BRASIL. Exército Brasileiro**. Ponte de Painéis Tipo Bailey M2. 1ª Parte. Montada sobre Suportes Fixos.** Manual Técnico T5-277. Brasília: EGGCF, 1ª edição, 1979.

BRASIL. Exército Brasileiro**. Vade-Mecum de Engenharia, C 5-34.** Brasília: EGGCF, 1983.

US ARMY. **Bailey Bridge. FM 5-277.** Washington, DC: 1986.

US ARMY. **Combat Engineer Systems Handbook.** Fort Leonard Wood, Missouri, USA: US Army Engineer School, 1990.

US ARMY. **Engineer Field Data. FM 5-34.** Washington, DC: 1987.

US ARMY. **Mobility Field Manual. FM 5-101.** Washington, DC: 1985.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

PONTE COMPACT 200

1. INTRODUÇÃO

a. Sistema de Pontes Mabey Compact 200

O Sistema de Pontes Mabey Compact 200 é a mais nova e avançada forma de construção de Pontes Bailey idealizada e desenvolvida pelos Engenheiros da Mabey (Inglaterra).

Os fatores que contribuem para o sucesso e popularidade do Sistema de Ponte Mabey Compact para Pontes Bailey são: maior capacidade para transporte de carga, maior longevidade dos materiais, maior estabilidade, segurança aumentada e necessidade de pouca manutenção local. Além disso, este sistema possui menos componentes do que sistemas similares, facilitando, assim, ereções mais rápidas e eficientes.

Todos estes benefícios são resultado de um extenso programa de pesquisa e desenvolvimento, que culminaram numa série de testes em tamanho natural para demonstrar a capacidade desta ponte.

O Sistema de Ponte Mabey Compact provê soluções temporárias, de emergência ou permanentes para uma gama extensiva de problemas de pontagem. Este eficiente e econômico sistema está disponível em uma variada quantidade de tamanhos, capacidades, construções e larguras de estrada com necessidades específicas. Uma Ponte Compact é fácil de transportar para o local e, uma vez lá, simplesmente pode ser erguida por militares sem qualquer projeto de engenharia.

O conceito de desenho modular significa que as pontes são pré criadas para uso seguro em todas as aplicações.

A Ponte Compact 200 é essencialmente semelhante em desenho a Ponte Compact 100. A diferença principal é o uso de painéis mais fundos que medem 3,05 metros (10 ft) de comprimento e 2,13 metros (7 ft) de altura. Em certos palmos mais longos, isto habilita um desígnio mais eficiente a ser oferecido, utilizando menos componentes e permitindo maior comprimento. Está disponível com larguras de estrada de largura padrão de 3,22 metros (10 ft 6 in), extra-larga de 4,03 metros (13 ft 2 in) ou pista dupla de 7,24 metros (23 ft 9 in).

O Sistema de Pontes Compact 200 foi o material de pontes mais empregado pela ONU e OTAN. Há pontes Compact 200 lançadas na Bósnia, Croácia, Angola e outros países auxiliados pelas Nações Unidas. No Exército Brasileiro, a Ponte Compact 200 foi distribuída ao 3º Batalhão de Engenharia de Combate.

b. Ponte Compact 200 no 3º Batalhão de Engenharia de Combate

Em Outubro de 1997, o 3º Batalhão de Engenharia de Combate ("Batalhão Conrado Bittencourt"), situado em Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul, recebeu a Equipagem de Ponte Compact 200, para fins de treinamento da Companhia de Engenharia de Força de Paz (pertencente àquela Organização Militar), que estava para ser empregada em Angola. Na ocasião foram feitos lançamentos experimentais para se levantar dúvidas

acerca de detalhes de sua montagem. Estes questionamentos foram retirados por ocasião da entrega técnica realizada pela firma inglesa Mabey, responsável pela sua fabricação. A entrega foi acompanhada por um oficial da reserva do Exército Britânico.

Figura 1. Ponte Compact 200 em Angola

A Ponte Compact 200 é uma das versões mais modernas das já consagradas Pontes Bailey. Como esse último tipo, se bi-apoiadas, serão compostas de uma pista de rolamento, suportada por um conjunto de painéis treliçados e vigas de aço, tudo apoiado em sapatas lançadas e niveladas entre si nas margens. Todos os componentes sofreram tratamento térmico de galvanização, o que aumentou sua resistência às intempéries.

Logo nas primeiras montagens, ficou evidenciado que se tratava de uma ponte logística, ou de seja, de emprego na Zona Administrativa ou na Área de Retaguarda. É uma equipagem robusta, podendo ser montada em brechas ou vãos com capacidade de carga bem elevada. Possui grande efeito estético, principalmente à sua coloração prateada e a configuração dos tabuleiros da pista de rolamento. Para lançamento, foi convencionado o efetivo de um Pelotão de Engenharia de Combate assistido por um guindaste (ou guindauto) e/ ou um Trator de Esteiras (TE). O emprego de uma viatura dotada de guindaste mostrou-se muito eficaz durante os lançamentos efetuados.

Com relação ao modo de lançamento, ele é semelhante ao da Bailey, desde o nivelamento (que é igual), passando pelo uso do nariz de lançamento (que é um pouco maior que os da Bailey para segurança) e o "empurrão" para a brecha (que deve ser feito por um trator). A Ponte Compact 200 é bem mais estável que a Ponte Bailey. Possui um número de componentes por seção menor do que o de uma Bailey.

A Organização Militar recebeu três equipagens de Ponte Compact 200 compostos de 288 decks (96 por equipagem), 144 meios-fios (48 por equipagem), 72 painéis Super High Shear MC412 (24 por equipagem) e 132 painéis Super MC411 (44 por equipagem).

Com uma equipagem de ponte, levando em conta o número de painéis e decks por equipagem, poderíamos montar, teoricamente, uma ponte simples-simples (SS) com extensão máxima de 200 pés (aproximadamente 61 m) ou uma ponte dupla-simples (DS) com cerca de 160 pés.

Na prática, para fins militares ficou padronizado pelo fabricante a máxima extensão possível da ponte, utilizando várias equipagens, com 200 pés e carga máxima admissível na Classe 60.

Em caso de necessidade de utilização seu desempenho é excelente.

Figura 2. Ponte Compact 200 no 3º BE Cmb

2. CARACTERÍSTICAS DA PONTE COMPACT 200

a. Generalidades

1)A Ponte Compact 200, a exemplo do Sistema de Pontes Bailey, constitui-se da união entre suportes treliçados que recebe por cima uma pista de rolamento. As treliças são formadas por painéis de 3,05 m (10 pés) de comprimento por seção fixados por pinos. Entre as treliças, colocam-se travessas de três comprimentos possíveis, sendo que a equipagem recebida pelo 3º Batalhão de Engenharia de Combate do Exército Brasileiro permite uma largura útil na pista de rolamento de 4,20 m.

2)Entre os painéis e travessões, a exemplo do Sistema de Pontes Bailey, vai uma escora horizontal para evitar torções horizontais entre os painéis e travessões. Há também escoras verticais, em cada seção, para obtermos uma estabilidade ainda maior dos travessões. As estruturas de escora vertical, horizontal, as escoras e vigas tensoras asseguram a estabilidade lateral da ponte.

3)Os componentes estruturais da ponte (painéis, postes terminais, travessas, tabuleiros, etc.) são compostos de aço galvanizado com tratamento térmico..

4)O comprimento máximo da ponte é de 200 pés ou 60,9 metros.

5)A largura da pista de rolamento é de 4,20 metros.

6)A largura total entre treliças é de 4,77 metros.

7)A largura total da ponte é 6,05 metros (Tipo TS).

8)A altura dos painéis MC 411 e MC412 é de 2,24 metros.

b. Considerações importantes

1)É uma equipagem de pontes versátil, que possibilita lançamentos extensos e com grande capacidade de carga.

2)Recomenda-se a utilização da equipagem em Áreas de Retaguarda.

3)A equipagem é mais robusta e segura do que as Equipagens Bailey similares.

4)Pode-se montar uma grande variedade de pontes.

5)Foi observado que apesar de ter uma capacidade de carga superior, o número de peças necessárias para a montagem de uma Ponte Compact 200 é bem menor que uma Ponte Bailey de mesmo comprimento.

6)Recomenda-se utilizar, sempre que possível, um guindaste para auxiliar durante o lançamento da ponte.

c. Aspectos observados no Emprego da Ponte Compact 200

1) Grande capacidade de suporte de cargas, em relação às equipagens similares.

2) O tabuleiro (piso de rolamento) é de aço, evitando assim o apodrecimento ou ação nociva de agentes biológicos, como em pranchões de madeira.

3) A ponte permite trabalhar com maior segurança durante o içamento (trabalho com macacos hidráulicos) devido à existência de uma armação para o macaco acoplado nas extremidades da ponte.

4) A equipagem é bem mais fácil de ser montada que as similares.

5) Todos os componentes sofreram tratamento térmico de galvanização, impedindo assim a oxidação prematura das peças, possibilitando uma manutenção menos freqüente da equipagem.

6) O uso de parafusos contribui sensivelmente para a melhoria da estabilidade da ponte ao ser lançada e utilizada.

7) O número de peças reduzido auxilia no tempo de transporte, montagem e operação da Ponte Compact 200.

8) As ferramentas utilizadas são adequadas, diminuindo consideravelmente o trabalho com diversos componentes da equipagem.

9) O método mais indicado para lançar a Ponte Compact 200, seria de acordo com o fabricante, construir todas as seções da ponte, para só então a empurrar. Esse método depende da disponibilidade de material e de espaço na primeira margem.

10) O uso de guindastes é recomendável sempre que possível durante todas as etapas da construção da ponte, principalmente para transportar os painéis. O transporte de outras peças pesadas, como os travessões, pode ser vir a ser feito por uma turma com essa finalidade.

11) Devido ao peso de seus componentes, e também a pouca extensão dos macacos, sempre que possível, deve-se colocar a ponte sobre as placas-base (durante as operações de levantamento/ abaixamento da ponte) ou outras operações que requeiram suspender toda a equipagem, usando o auxílio de um guindaste.

12) Ao empurrar a equipagem, com o auxílio de máquinas (trator de esteiras), convém que se faça uma ligação entre o implemento, lâmina ou gancho do aparelho, e a extremidade da ponte a ser empurrada com um cabo de aço, formando um binômio. Isso deterá um avanço errôneo da mesma com facilidade e segurança.

13) A colocação do terceiro painel numa ponte tripla seria muito mais confiável caso houvesse um parafuso de conexão entre esse painel a e travessa. No projeto atual esse painel interno prende-se apenas pelas estruturas de escora horizontal e vertical.

14) As três equipagens recebidas pelo 3º BE Cmb são compostas apenas por painéis tipo Super MC411 e MC412.

15) O material recebido permite a montagem de pontes com largura de 4,20 m e uma via apenas. Para a construção de modelos dupla via, são necessários travessões mais largos de 7,35 m.

3. COMPONENTES PRINCIPAIS

a. Painel Simples

1) Nome técnico: Painel Super.
2) Nome em utilização: Painel Simples.
3) Similar ao painel da ponte Bailey, com o mesmo comprimento, mas com altura superior.
4) Possui calços soldados na trama das extremidades macho dos cabos.
5) Transporte realizado por 12 homens por intermédio da barra de transporte de painel.

Figura 3. Painel Simples

b. Painel Reforçado

1) Nome técnico: Painel Super "High Shear".
2) Nome em utilização: Painel Reforçado.
3) Possuem as mesmas características do Painel simples, acrescido de pequenos retângulos de chapa soldados na extremidade superior e inferior das treliças, proporcionando maior resistência ao painel.
4) Transporte realizado por 12 homens por intermédio da barra de transporte de painel.

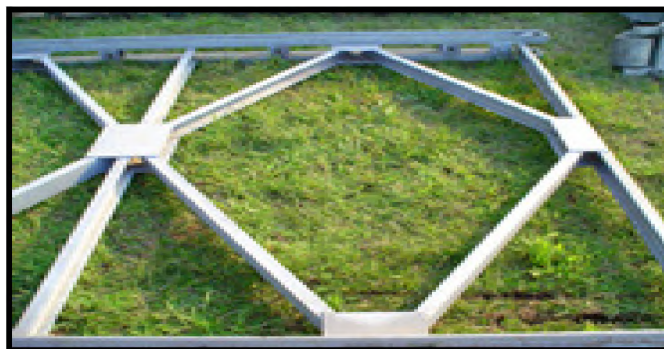



Figura 4. Painel Reforçado

c. Travessa

1) Nome técnico: Travessão.
2) Nome em utilização: Travessa.
3) Similar à travessa da Ponte Bailey, sendo de maiores proporções e fixada aos painéis por intermédio de dois parafusos.
4) Transporte realizado por 16 homens por intermédio da alavanca de transporte de travessa.

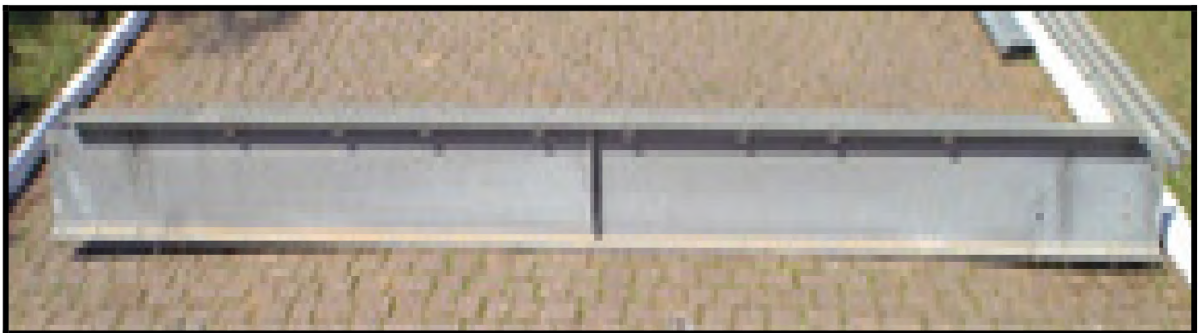



Figura 5. Travessa

d. Estrado de Rolamento

1) Nome técnico: Deck.
2) Nome em utilização: Estrado de Rolamento.
3) É o piso da ponte. Os estrados de viga e pranchões da Ponte Bailey foram substituídos por Decks. Sua superfície pode receber uma cobertura asfáltica.
4) Transporte realizado por 14 homens por intermédio de ganchos de transporte de estrado de rolamento.

Figura 6. Estrado de Rolamento

e. Contraventamento Diagonal

1) Nome técnico: Escora Horizontal.
2) Nome em utilização: Contraventamento Diagonal.
3) Similar ao contraventamento diagonal da Ponte Bailey, não é articulável e nem possui esticadores.

Figura 7. Contraventamento Diagonal

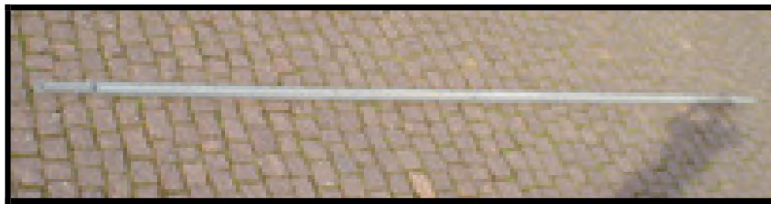



Figura 8. Contraventamento Diagonal

f. Contraventamento Vertical

1) Nome técnico: Escora Vertical.
2) Nome em utilização: Contraventamento Vertical.
3) É um contraventamento utilizado para ligar verticalmente o centro das travessas, de forma cruzada.
4) Serve para evitar ao máximo a flecha vertical na equipagem.

Figura 9. Contraventamento Vertical

Figura 10. Contraventamento Vertical

g. <u>Quadro de Contraventamento Vertical</u>

1) Nome técnico: Estrutura de Escora de Treliça Vertical.
2) Nome em utilização: Quadro de Contraventamento Vertical.
3) É um quadro que ajusta a distância entre os painéis, similar à estrutura do quadro de contraventamento, porém utilizado somente na posição vertical.
4) Transporte realizado por dois homens.

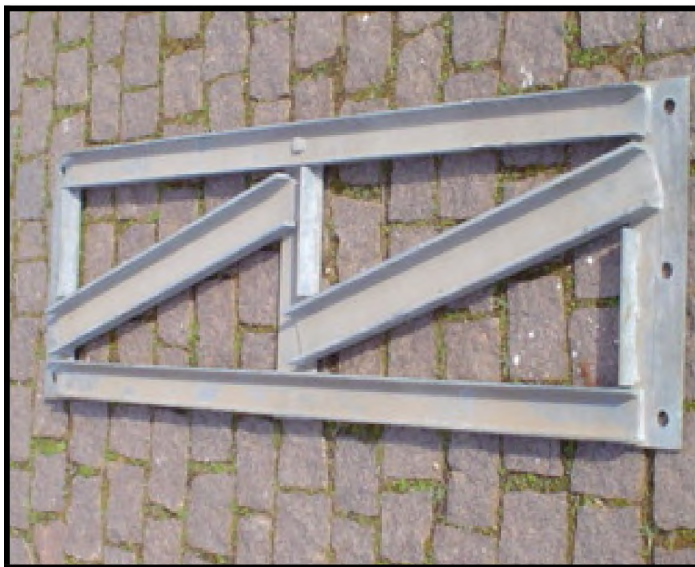



Figura 11. Quadro de Contraventamento Vertical

h. <u>Quadro de Contraventamento Horizontal</u>

1) Nome técnico: Estrutura de Escora de Treliça Horizontal.
2) Nome em utilização: Quadro de Contraventamento Horizontal.
3) Similar ao quadro de contraventamento da Ponte Bailey e tem a finalidade de ligar dois painéis justapostos.
4) Transporte realizado por dois homens.

Figura 12. Quadro de Contraventamento Horizontal

Figura 13. Quadro de Contraventamento Horizontal

i. Poste Terminal Fêmea

1) Nome técnico: Viga de Extremidade Fêmea.
2) Nome em utilização: Poste Terminal Fêmea.
3) Similar ao poste terminal fêmea da Ponte Bailey e tem a finalidade de distribuir o peso da ponte aos encontros e fixar a ponte ao solo.
4) Transporte realizado por quatro homens.

Figura 14. Poste Terminal Fêmea

Figura 15. Poste Terminal Fêmea

j. Poste Terminal Macho

1) Nome técnico: Viga de Extremidade Macho.
2) Nome em utilização: Poste Terminal Macho.
3) Similar ao poste terminal macho da Ponte Bailey, com o detalhe de não possuir o suporte para fixação de travessa.
4) Tem a finalidade de distribuir o peso da ponte aos encontros e fixar a ponte ao solo.
5) Transporte realizado por quatro homens.

Figura 16. Poste Terminal Macho

Figura 17. Poste Terminal Macho

k. Reforço da Mesa de Painel

1) Nome técnico: Reforço de Cabo.
2) Nome em utilização: Reforço da Mesa de Painel.
3) Similar ao reforço da mesa de painel da Ponte Bailey.
4) Tem a finalidade de aumentar a capacidade de carga do painel e pode ser colocada na parte superior ou inferior do painel.
5) É fixada ao painel por intermédio do parafuso de painel.
6) Transporte realizado por cinco homens.

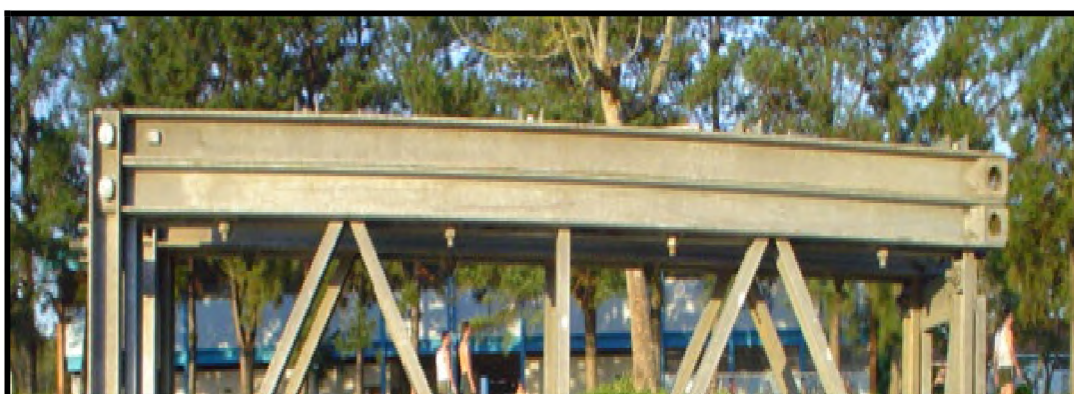



Figura 18. Reforço da Mesa de Painel

Figura 19. Reforço da Mesa de Painel

l. Rolete de Lançamento

1) Nome técnico: Rolamento Oscilante.
2) Nome em utilização: Rolete de Lançamento.
3) Similar ao rolete de lançamento da Ponte Bailey.
4) É utilizado no lançamento e recolhimento da ponte.
5) Transporte realizado por quatro homens.

Figura 20. Rolete de Lançamento

m. Rolete de Montagem

1) Nome técnico: Rolamento Simples.
2) Nome em utilização: Rolete de Montagem.
3) Similar ao rolete de lançamento da Ponte Bailey, a diferença é que suas alças de transporte estão num nível mais baixo que o da Ponte Bailey.
4) Transporte realizado por dois homens.

Figura 21. Rolete de Montagem

n. Rodapé de Aço

1) Nome técnico: Meio-Fio.
2) Nome em utilização: Rodapé de Aço.
3) Similar ao rodapé da Ponte Bailey.
4) Fixado por intermédio de parafusos curtos MC 430.
5) Utilizado para limitar o uso da ponte.
6) Transporte realizado por dois homens.

Figura 22. Rodapé de Aço

Figura 23. Rodapé de Aço

o. Engate de Elevação

1) Nome técnico: Link de Lançamento.
2) Nome em utilização: Engate de Elevação.
3) Similar ao engate de elevação da Ponte Bailey, porém maior.

Figura 24. Engate de Elevação

p. Escora

1) Nome técnico: Encaixe (Raker).
2) Nome em utilização: Escora.
3) Similar a escora da Ponte Bailey.
4) Utilizada apenas em pontes simples-simples e no nariz de lançamento.
5) Transporte realizado por dois homens.

Figura 25. Escora

q. Berço

1) Nome técnico: Berço (Compact 200).
2) Nome em utilização: Berço.
3) Similar ao berço da Ponte Bailey.
4) Possui a finalidade de receber os ressaltos dos postes terminais e roletes de lançamento.

Figura 26. Berço

r. Placa Base

1) Nome técnico: Placa Base (Compact 200).
2) Nome em utilização: Placa Base.
3) Posicionada sob os berços da ponte.
4) Seus orifícios recebem parafusos com a finalidade de fixação em sapatas de concreto.
5) Pode ser empregada a sapata de madeira da Ponte Bailey a qual oferece melhor base.

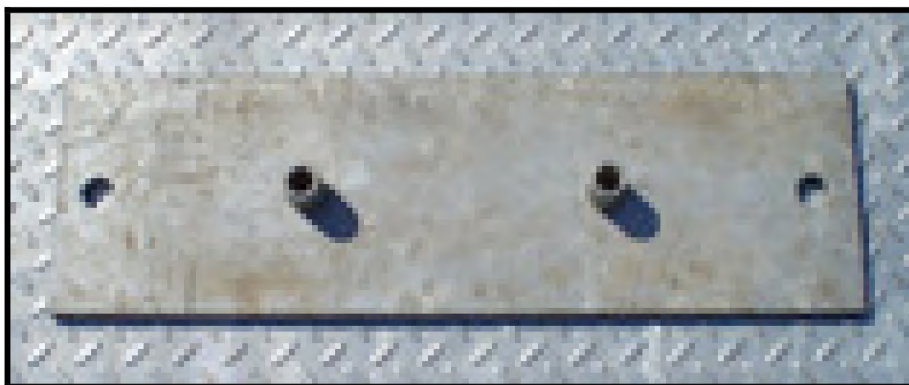



Figura 27. Placa Base

s. Pino de Painel

1) Nome técnico: Pino de Painel (Compact 200).
2) Nome em utilização: Pino de Painel.
3) Similar ao da ponte Bailey, com detalhe de possuir dois clipes de segurança (contrapino de painel).

Figura 28. Pino de Painel

t. Placa de Grampo

1) Nome técnico: Placa de Grampo (Compact 200).
2) Nome em utilização: Placa de Grampo.
3) Peça fixada nas extremidades externas dos estrados de rolamento da rampa.
4) O orifício em elipse fica voltado para o centro da ponte (nas rampas).

Figura 29. Placa de Grampo

Figura 30. Placa de Grampo

u. Extensão do Contraventamento Diagonal

1) Nome técnico: Extensão de Escora Horizontal.
2) Nome em utilização: Extensão do Contraventamento Diagonal.
3) Peça fixada nas extremidades das escoras horizontais para aumentar o comprimento da mesma, quando da utilização dos links de lançamento para elevação do nariz da ponte.

Figura 31. Extensão do Contraventamento Diagonal

v. Viga Tensora

1) Nome técnico: Viga tensora.
2) Nome em utilização: Viga Tensora.
3) Estrutura fixada na parte superior dos postes terminais da ponte.

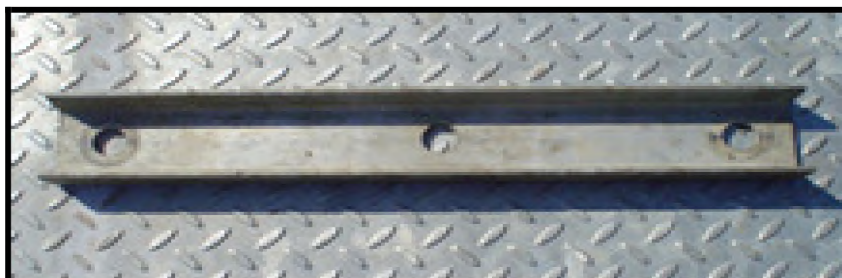



Figura 32. Viga Tensora

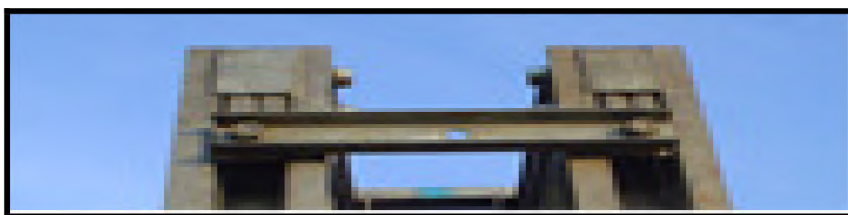



Figura 33. Viga Tensora

w. Suporte Articulado do Macaco

1) Nome técnico: Suporte Articulado do Macaco.
2) Nome em utilização: Suporte Articulado do Macaco.
3) Tem a finalidade de receber o macaco hidráulico para realizar o içamento ou abaixamento da ponte.
4) Transporte realizado por dois homens.

Figura 34. Suporte Articulado do Macaco

x. Ferramenta de Colocação do Contrapino

1) Nome técnico: Alicate de Colocação do Clipe de Segurança.
2) Nome em utilização: Ferramenta de Colocação do Contrapino
3) Tem a finalidade da colocação do contrapino, devido a pressão.

Figura 35. Ferramenta de Colocação do Contrapino

y. Ferramenta de Remoção do Contrapino

1) Nome técnico: Alicate de Remoção do Clipe de Segurança.
2) Nome em utilização: Ferramenta de Remoção do Contrapino.
3) Tem a finalidade da remoção do contrapino, devido a pressão.

Figura 36. Ferramenta de Remoção do Contrapino

z. Alavanca de Transporte de Travessa

1) Nome técnico: Alavanca de Transporte de Travessão.
2) Nome em utilização: Alavanca de Transporte de Travessa.
3) É utilizada no transporte da travessa.
4) Substitui a tenaz da Ponte Bailey.

Figura 37. Alavanca de Transporte de Travessa

aa. Barra de Transporte de Painel

1) Nome em utilização: Barra de Transporte de Painel.
2) É utilizada no transporte de painéis.
3) Substitui a barra de transporte de painéis da Ponte Bailey. É de metal e de peso mais elevado.

Figura 38. Barra de Transporte de Painel

bb. Parafuso Curto

1) Nome técnico: Parafuso de Escora MC 430.
2) Nome em utilização: Parafuso Curto.
3) É utilizado para fixar as escoras e os meio-fios.

Figura 39. Parafuso Curto

cc. <u>Parafuso Médio</u>

1) Nome técnico: Parafuso de Travessão MC 431.
2) Nome em utilização: Parafuso Médio.
3) É utilizado para fixar travessões e estruturas de escora.

Figura 40. Parafuso Médio

dd. <u>Parafuso Longo</u>

a. Nome técnico: Parafuso de Cabo MC 433.
b. Nome em utilização: Parafuso Longo.
c. É utilizado para fixar os reforços de cabo.

Figura 41. Parafuso Longo

ee. <u>Parafuso do Nariz de Lançamento</u>

a. Nome em utilização: Parafuso do Nariz de Lançamento MC 268.
b. É utilizado para fixar os reforços da mesa de painel
c. É composto de parafuso propriamente dito, porca e duas arruelas quadradas.

Figura 42. Parafuso do Nariz de Lançamento

ff. Parafuso do Estrado de Rolamento

1) Nome técnico: Grampo de Deck Rosqueado MC 378.
2) Nome em utilização: Parafuso do Estrado de Rolamento.
3) É utilizado para fixar os estrados de rolamento.

Figura 43. Parafuso do Estrado de Rolamento

gg. Chave em T

1) Nome técnico: Chave Tubular Tipo "T".
2) Nome em utilização: Chave em T.
3) É utilizada na fixação dos parafusos do estrado de rolamento.

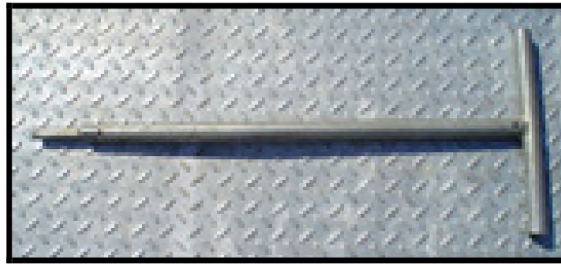



Figura 44. Chave em T

hh. Sapata do Macaco

1) Nome técnico: Placa Base do Macaco.
2) Nome em utilização: Sapata do Macaco.
3) Tem a finalidade de proporcionar uma melhor base ao macaco.

Figura 45. Sapata do Macaco

ii. Macaco Hidráulico

1) Nome em utilização: Macaco Hidráulico.
2) Possui a capacidade de 30 toneladas.
3) Deve ser empregado, sempre que possível, em conjunto com outro macaco para que o mesmo não venha a ficar com sobrecarga. Acompanhado de uma alavanca hidráulica.

Figura 46. Macaco Hidráulico

jj. Componentes existentes no 3º Batalhão de Engenharia de Combate

COMPONENTES COMPACT 200 EXISTENTES NO 3º BECmb

COMPONENTE	CÓDIGO	NEE/FSN	QTD
Barra de pregos (nail bar) – 6m – 24”	NLC9010	5420BR11555075	03
Barra deslizante “drive ¼”	NLC18005	5420BR11555075	06
Chave de arco ajustável - 28 A/F Max	NLC9015	5420BR11555075	06
Chave de boca – open podger – 36 A/F	NLC9003	5420BR11555075	06
Chave de bola – ring podger – 36 A/F	NLC9004	5420BR11555075	08
Clip de segurança	MC307A	2805	1553
Corrente de tração para içamento 1,5 ton	NLC9016	5420BR11555075	01
Deck 1050 – piso de aço	MC360	5420BR11555075	288
Deck T – BAR A6 A/F	NLC12185	5420BR11555075	06
Encaixe (socket) – “drive ¼” – 36 A/F	NLC8005	5420BR11555075	15
Enchimento de deck extra da ponte	MC364	5420BR11555075	12
Escora	MC478	5420BR11532843	132
Escora vertical	MC222	5420BR11555075	96
Escoramento		5420BR11555075	139
Estrutura de escora 457	MC358	5420BR11555075	66
Estrutura vertical (Frame Jacking) Estrutura de içamento (Frame Jacking)	MC221 MC263	5420BR11555075	06
Estrutura vertical 457	MC312	5420BR11555075	72
Extensão de escoramento	MC11149	5420BR11555075	15
Ferramenta de encaixe – clip de segurança	MC352	2805	06
Ferramenta de remoção – clip de segurança	MC353	5420BR11550391	06
Jack-Had-Plate	NLC9169	5420BR11555075	06
Kit de serviço do macaco de 30 ton	NLC13038	5420BR11555075	07
Lingueta reversível – “drive de ¼”	NLC8003	5420BR11555075	06
Link de lançamento	MC66	5420BR11555224	06
Maça de 1 Kg (2,5 lb)	NLC9007	5420BR11555075	06
Macaco de 30 ton	NLC13037	5420BR11555075	07
Marreta de 3,25 Kg (7 lb)	NLC8006	5420BR11527751	08
Meio-fio		5420BR11555075	144
Montagem de parafuso para rampa do alicerce		5420BR11555075	60
Montagem do parafuso do nariz	MC268	5420BR11555075	09
Painel super	MC411	5420BR11534419	132
Painel super	MC412	5420BR11555075	72
Parafuso curto de painel	MC433	5420BR11532256	1154
Parafuso de escora	MC430	5420BR11532249	1201
Parafuso de travessão	MC431	5420BR11555075	770
Pé-de-cabra de 1,5 m (60”)	NLC9009	5420BR11555075	03
Pino de painel	MC307	2805	720
Placa de fardo EOB extra lgt	NLC12195	5420BR11555075	12
Placa de grampo	NLC12197	5420BR11555075	60
Placa-base	MC236	5420BR11555075	24
Porca de grampo de deck	MC379	5420BR11555075	1332
Porca M24	MC436	5420BR11555075	3159
Reforço pesado de mesa de painel	MC304	2805	276
Rolete de lançamento		5420BR11533346	38
Rolete de montagem		5420BR11530847	06
Rosca de deck	MC378	5420BR11555075	1299

Suporte de rampa	NLC12068	5420BR11555075	24
Sway Brace Extension	MC349	2805	15
Tesouras para lata (tim snips)	NLC9011	5420BR11555075	03
Toca pino de 24mm	MC357	5420BR11555075	15
Viga de extremidade fêmea	MC317	5420BR11555075	12
Viga de extremidade macho	MC317	5420BR11555075	12
Viga tensora 457	MC329	5420BR11555075	12

Figura 47. Nariz de lançamento da Ponte Compact 200

MARK No.	PART DESCRIPTION	PART No.
MC 379	Nut – Deck Clamp – M20	CA 374
MC 410	Panel – 200 – Reaction – End	CA 392
MC 411	Panel – 200 – Super – Std – Raker	CA 361
MC 412	Panel – 200 – Super – High Shear – Raker	CA 391
MC 415	Panel – 200 – Super – End – High Shear	CA 414
MC 417	Frame – Vertical – 730 c/c	CD 94
MC 418	Frame – Vertical – 730 c/c – 610	CA 383
MC 419	Tie Beam – EOB – 730 c/c	CD 96
MC 429	Frame – Vertical – 730 c/c	CA 448
MC 430	Bolt – Bracing – Short	UA 561
MC 431	Transom Bolt	CA 375
MC 433	Bolt – Chord – Short	CA 372
MC 436	Nut – Flanged – M24	UA 564
MC 437	Bolt – Stringer – M20	CA 425
MC 438	Bolt – Kerb – Timber Deck	CA 373
MC 439	Nut – Flanged – M20	CA 426
MC 441	Transom – Std – U.C Timber Deck – MS250	CA 428
MC 444	Transom – E.W – U.C Timber Deck – MS250	CA 431
MC 446	Plain Stringer – U.C	CA 433
MC 447	Button Stringer – U.C	CA 434
MC 448	Chess – Std – U.C – Timber Deck	CA 124
MC 449	Chess – E.W – U.C – Timber Deck	CA 123
MC 451	Transom – Std – 1050 Steel Deck – MS250	CA 437
MC 454	Transom – E.W – 1050 Steel Deck – MS250	CA 439
MC 455	Transom – E.W – 1050 S.D. – MS250 – 730 c/c	CA 440
MC 456	Transom – 1050 – 7.35m – HS20	CA 441
MC 457	Transom – 1050 – 7.35m – MS250	CA 442
MC 458	Angle Raker Assembly – 200	CA 443
MC 460	Raker – 200 – RSC – 730/610	CA 445
NLC 4012B	Foundation Bolt Assembly	CL 127
NLC 8003	Sliding 'T' Bar –3/4" Drive	IT 3401
NLC 8004	Ratchet Spanner – Reversible – 3/4" Drive	IT 3516
NLC 8005	Socket – 3/4" Drive – 36 A/F	IT 3007
NLC 8006	Hammer – Sledge	IT 4002
NLC 9006	Spare Handle – Sledge Hammer	IT 4032
NLC 9007	Club Hammer	IT 4101
NLC 9009	Crowbar – 1.5m	IT 4723
NLC 9010	Nailbar – 0.6m	IT 4712
NLC 9011	Tin Snips	IT 8005
NLC 9012	Steel Tape	IT 6502
NLC 9014	Spirit Level – 1m	IT 6701
NLC 9015	Adjustable Wrench – 28mm	IT 1903
NLC 9016	Pull Lift Chain – 1.5t	IT 5501
NLC 9017	Hydraulic Jack – 35t – Screwed Ram	IT 5212
NLC 9036	Tie – Bracket	CL 400
NLC 9169	Jack Head Plate	CD 119
NLC 11075	Post – End – Female – 200 – Long	CL 439
NLC 11077	Bearing Beam – T.P.O.	CL 403
NLC 11084	Post – End – Male – 200 – Long	CL 440
NLC 12068	Ramp – Support = 4.20m R/W	CL 836
NLC 12112	Beam – Balance	BA196
NLC 12113	Diaphragm – Beam – Bakance – 457	BA197
NLC 12189	Ramp – Support – 7.35m R/W	CL 837
NLC 12195	Plate – Pack – EOB – 4.20m R/W	CL 838
NLC 12196	Plate – Pack – EOB – 7.35m R/W	CL 839
NLC 12197	Plate – Clamp – Ramp Deck	CL 843

Figura 48. Componentes da Ponte Compact 200

4. PROPRIEDADES DA PONTE

a. Dimensões da Ponte

DIMENSÕES DA PONTE

DIMENSÕES	PISTA ÚNICA HS20 HÁ/MS250				PISTA DUPLA	
	LARGURA PADRÃO		EXTRA LARGO		HS20	HÁ/MS250
	aço	madeira	aço	madeira	aço	aço
A	3150	3320	4200	4120	7350	7350
B	3757	3757	4773	4773	8050	8050
C	5031	5031	6047	6047	-	-
D	3937	3937	4953	4953	8230	8230
E	5577	5577	6593	6593	9870	9870
F	1593	1477	1589	1473	1393	1383
G	643	759	647	763	843	853
H	1695	1579	1691	1575	1495	1485
K	304	219	287	327	350	350
L	802	918	806	922	1001	1011

1) As dimensões F e H na tabela são dadas para o topo do cabo. Para todas as construções de treliça tripla ou quadrupla, 35 mm devem ser adicionados para se levar em conta as estruturas de escora.

2) Mesmo sendo a norma para construções de treliça dupla terem as estruturas de escora encaixadas à parte de baixo dos cabos do topo, é possível encaixá-las no topo dos cabos com as construções DS (H), DSR2 (H) e DSHR2 (H). Se isto for feito, deve-se então aumentar em 35 mm as dimensões F e H da tabela.

3) A dimensão L da tabela compreende a distância entre o nível do deck e o fundo da placa-base sustentadora (MC236). Se as vigas Grillage (MC235) forem utilizadas ao invés de placas-base, esta dimensão aumentará em 117 mm.

4) Dimensões pertencentes ao deck de madeira presumem que os pranchões utilizados tenham 100 mm de espessura.

5) As dimensões são nominais e sujeitas a tolerâncias manufaturarias.

6) A dimensão E da tabela representa a largura total de uma ponte com pista dupla e treliça quádrupla. Esta dimensão também é relevante e outras vias e construções se forem usados centros de treliça de 7.30mm.

b. Tipos de Ponte Compact 200

1) As pontes montadas com a equipagem Compact 200, para fins militares, podem ser:

- S S → **S**imples-**S**imples.
- D S → **D**upla-**S**imples.
- T S → **T**ripla-**S**imples.
- Q S→ **Q**uádrupla-**S**imples.

2) Além disso, podem receber os seguintes reforços:

\+ → Uma seção de painéis “High Shear” em cada extremidade;
\+ + → Duas seções de painéis “High Shear” em cada extremidade;
\+ + + → Três seções de painéis “High Shear” em cada extremidade;
R 1 → Com mesa de reforço a partir do primeiro Painel interno;
R 2 → Com mesa de reforço a partir dos dois Painéis internos;
R 3 → Com mesa de reforço a partir dos três Painéis internos;
R 4 → Com mesa de reforço nos quatro Painéis internos;
H → Com mesa de reforço em cima em baixo;
***Obs:** Nos painéis “High Shear” não são usados mesas de reforço.

CLASSE MILITAR DAS PONTES COMPACT 200

COMPRIMENTO			CLASSE DA PONTE			
Seções	**Pés**	**Metros**	**40**	**60**	**80**	**100**
05	50	15,24	SS	SS +	DS	DS
06	60	18,29	SS +	SS +	DS	DS
07	70	21,34	SS R +	SS R +	DS	DS
08	80	24,38	SS R + +	SS R + +	DS	DS
09	90	27,43	SS R + +	SS R + +	DS	DS R1 + +
10	100	30,48	SS R + +	DS	DS R1 + +	DS R1 + + +
11	110	33,53	SS R + +	DS R1 +	DS R1 + + +	DS R2 + +
12	120	36,58	DS R1 +	DS R1 + +	DS R1 +	DS R1 +
13	130	39,62	DS R1 +	DS R1 + +	DS R1 +	DS R2 +
14	140	42,67	DS R1 + +	DS R1 + + +	DS R2 + +	DS R2 + +
15	150	45,72	DS R1 + +	DS R2 +	DS R2 + +	TS R2 + +
16	160	48,77	DS R2	DS R2 +	TS R2 +	TS R3
17	170	51,82	DS R2 +	DS R2 + +	TS R2 +	TS R3 +
18	180	54,86	DS R2 + +	TS R2	TS R3	
19	190	57,91	TS R2	TS R2 +	TS R3 +	
20	200	60,96	TS R3	TS R3		

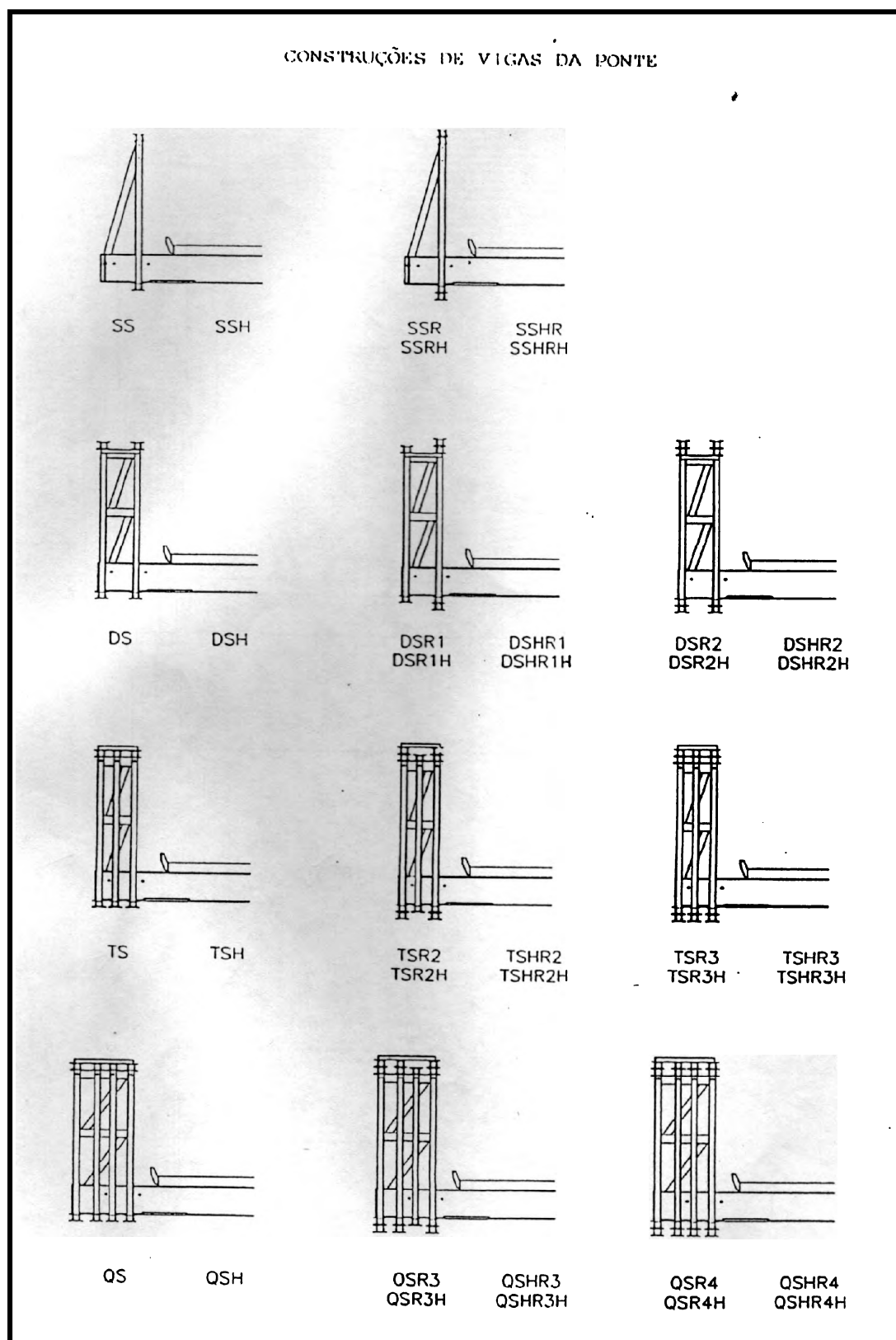



Figura 49. Tipos de Ponte Compact 200

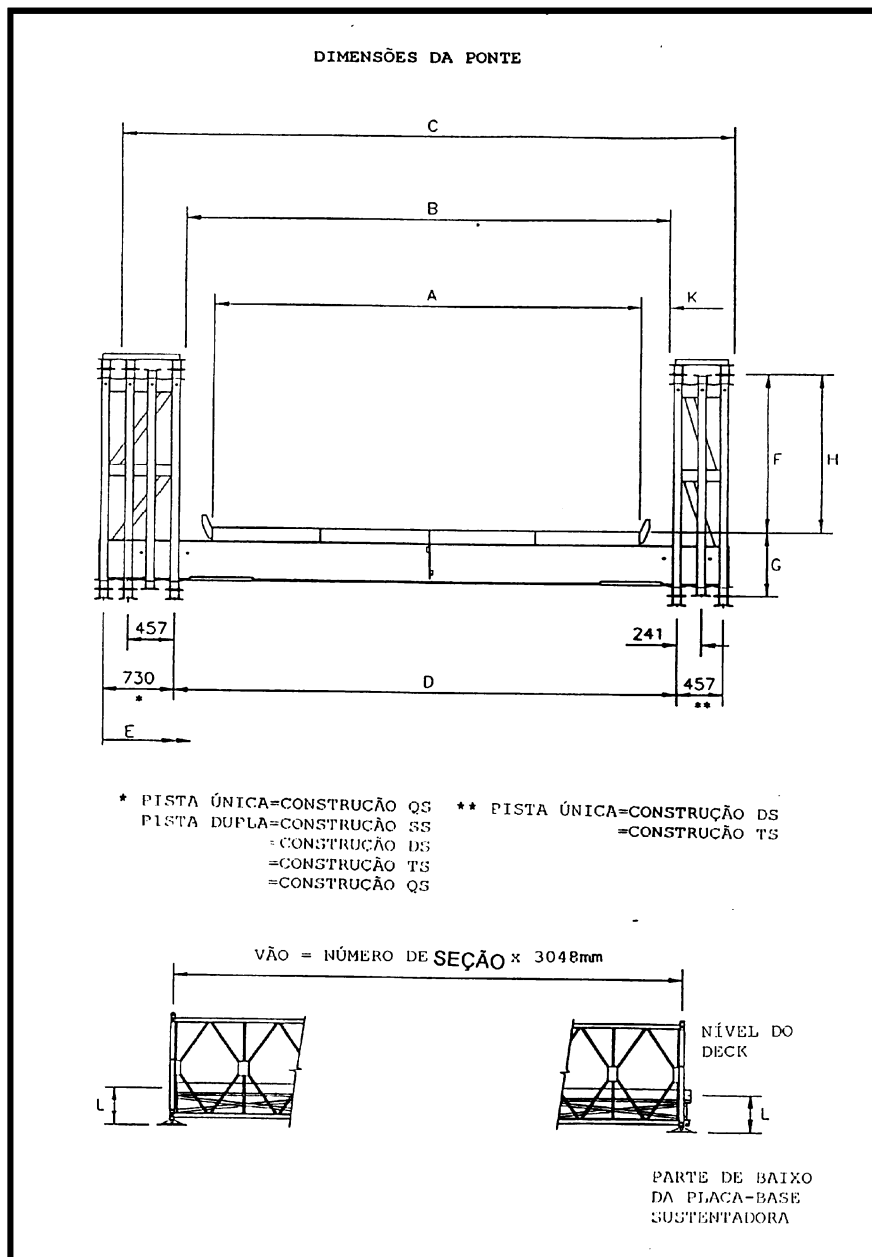



Figura 50. Visão transversal da Ponte Compact 200

5. EQUIPAMENTO PARA LANÇAMENTO

a. Princípios Básicos para Ereção e Lançamento da Ponte

1) Um princípio básico para a Ponte Compact é que ela pode ser construída em uma margem, numa superfície de construção, sobre rolamentos, e então ser lançada através do intervalo a receber a ponte sem requerer suportes intermediários temporários.

2) Isso é conseguido ao se construir um esqueleto de estrutura temporária, chamado nariz de lançamento, na frente da ponte, construído dos mesmos componentes de uma Ponte Compact 200, como os usados na ponte. Alternativamente, componentes da ponte Compact 100 ou Military Bailey, podem ser usados para construir o "nariz de lançamento".

3) O nariz de lançamento é construído em comprimento tal que, quando a estrutura for rolada para frente através do intervalo, a ponta do nariz toca nos rolamentos de aterrissagem da margem mais longínqua antes que centro de gravidade passe pelos rolamentos de lançamento da margem mais próxima. Contrapeso, normalmente na forma de decks da ponte, é freqüentemente colocado nas seções traseiras da estrutura a ser lançada. O uso efetivo do contrapeso pode reduzir os comprimentos da superfície de construção e / ou do nariz de lançamento.

4) Ao lançar a estrutura, a devida consideração deve ser dada ao método de movimentação da estrutura. É possível empurrar pequenos vãos através do intervalo a ser preenchido pela ponte à mão (a braço), entretanto, um vão mais largo requererá alguma forma de instalação mecânica, preferencialmente um guincho ou viatura tratora.

5) Deve ser notado que os rolamentos requeridos para lançar a ponte Compact 200 são os mesmos usados para todos os outros tipos de Ponte Bailey.

6) Uma vez que a ponte esteja em posição através do intervalo, o nariz de lançamento é desmantelado, a ponte suspensa, os rolamentos de lançamento e aterrissagem removidos, e a ponte abaixada aos seus sustentáculos nos encontros.

7) É uma característica do esquema da ponte que ela possa ser ereta à mão (a braço). É obviamente vantajoso, entretanto, ter o recurso de guindaste ou guindauto, para facilitar e acelerar os processos de lançamento e ereção.

8) Alternativamente, onde o uso de guindaste adequado for disponível, a ponte poderá ser ereta em uma margem e então a unidade inteira ser içada à sua posição.

9) Para nivelamento e lançamento da ponte a distância entre a linha de roletes é de 7,60 metros.

10) Para nivelamento e lançamento da ponte a distância entre os roletes de uma linha é de 4,96 metros.

b. Ferramentas Padrão

FERRAMENTAS PADRÃO

DESCRIÇÃO	CÓDIGO	QUANTIDADE	
CHAVE DE BOCA (SPANNER)			
Ferramenta de encaixe – clip de segurança	MC352	2	
Ferramenta de remoção – clip de segurança	MC353	2	
Toca-pino – 24 mm de diâmetro	MC357	4	
Chave de boca – "open podger"- 36 A/F	NLC9003	2	
Chave de boca – "ring podger"- 36 A/F	NLC9004	2	
Barra T deslizante – "drive"3/4"	NLC8004	2	
Lingueta reversível – "drive"3/4"	NLC8003	2	
Encaixe (socket) – "drive"3/4"- 36 A/F	NLC8005	4	
Chave de arco para porcas (wrench brace) – 17 AF	MC273	2	
SUPLEMENTO PARA DECK DE AÇO			
Gancho para içamento de deck	MC356	4	
SUPLEMENTO PARA DECK DE MADEIRA			
Encaixe – "drive"3/4"- 30 A/F longo	NLC9002	2	
SUPLEMENTO PARA PASSADIÇOS			
Chave de fenda grande	NLC9005	2	
Chave hexagonal – 5/16"A/F	NLC9019	2	
FERRAMENTAS BÁSICAS			
Marreta – 3,25 Kg (7 lb)	NLC8006	2	
Alavanca sobressalente – marreta	NLC9006	1	
Maça – 1 Kg (2,5 lb)	NLC9007	2	
Alavanca sobressalente – maça	NLC9008	1	
Pé-de-cabra – 1,5 m (60")	NLC9009	1	
Barra de pregos (nail bar) – 0,60 m (24")	NLC9010	1	
Tesouras para lata (Tin snips)	NLC9011	1	
Chave de arco ajustável – 28 A/F max	NLC9015	1	
SUPLEMENTO PARA VÃOS GRANDES			
Corrente de tração para içamento - 1,5 ton	NLC9016	1	
SUPLEMENTO PARA DISPOSIÇÃO (SETTING OUT)			
Fita de aço – 30 m (100 pés)	NLC9012	1	
Linha de nylon – 30 m x 50 Kg (100 lbs)	NLC9013	1	
Nível de bolha de ar em álcool – 1 m (3 pés)	NLC9014	1	
EQUIPAMENTO PARA IÇAMENTO		J < 40 t	J > 40 t
Estrutura para içamento	MC263	2	4
Estrutura vertical – 100	MC21	0	2
Macaco ariete roscado – 35 ton	NLC9017	2	4
Kit de serviço – macaco de 35 ton	NLC9018	2	4
SUPLEMENTO PARA IÇAMENTO SOB UM PAINEL			
Placa – cabeça de macaco	NLC9169	2	2

Observação: Quantificar de acordo com J (carga total do macaco por extremidade da ponte)

6. ALICERCES

a. Finalidade

1) Os esquemas típicos de alicerce requeridos para facilitar a instalação de pontes Compact 200.

2) Os alicerces da ponte devem ser desenhados localmente para sustentar as cargas às quais estarão sujeitos durante a construção e depois de prontos, sem assentamento.

3) Dependendo das condições do terreno particulares ao local, a base de suporte pode precisar ser estendida para frente, de modo a aceitar os rolamentos de lançamento.

4) As paredes de encontro do lastro não devem ser construídas até que a ponte tenha sido lançada e baixada em posição no seu suporte. Barras iniciadoras para reforços devem ser afastadas da ponte durante o lançamento e totalmente omitidas de áreas onde macacos serão utilizados.

5) Dimensões marcadas com * (ESTRELA) no diagrama admitem uma folga de 20mm entre as paredes de encontro do lastro e as extremidades do deck da ponte. Estas dimensões devem ser ajustadas conforme o necessário para prover expansão térmica apropriada à variação da temperatura local.

6) É essencial que todos os suportes de um encontro estejam ajustados a um mesmo nível, para evitar má distribuição de tensões na ponte.

7) As estacas, ainda que não sejam um dispositivo essencial, são recomendadas para proteção das extremidades das treliças da ponte.

8) Todas as dimensões dadas em milímetros (1 polegada – 25.4 mm).

Figura 51. Canteiro de trabalho e eixo da Ponte Compact 200

7. RESPONSABILIDADES

a. Do Comandante do Lançamento da Ponte Compact 200

1) Segurança do pessoal e material.
2) Verificar se o vão da ponte seja próprio para o local.
3) Confirmar se o método de lançamento seja adequado ao local.
4) Verificar as dimensões de marcação e níveis dos rolamentos.
5) Certificar-se de que a estrutura seja ereta corretamente.
6) Certificar-se de que o lançamento seja executado corretamente.
7) Certificar-se que o içamento seja executado propriamente.
8) Inspecionar a ponte quando completada para ter certeza de que todos os componentes tenham sido encaixados corretamente e que todos os parafusos tenham sido apertados antes de permitir o tráfego.
9) Se em qualquer momento o responsável pela ereção da ponte estiver em dúvida, ele deverá reportar ao Escalão Superior e/ ou ao Departamento de Engenharia do Projeto Mabey & Johnson.

Figura 52. Nariz de lançamento da Ponte Compact 200

8. EFETIVO E TEMPO PARA MONTAGEM

a. Generalidades

1) O efetivo a ser empregado na montagem varia com a disponibilidade do mesmo e do tempo disponível para montagem da ponte.

2) Recomenda-se utilizar um Pelotão de Engenharia de Combate como efetivo ideal para a montagem da Ponte Compact 200 para vãos de até 70 metros.

3) O responsável pela montagem da ponte será o Oficial Comandante do Pelotão de Engenharia de Combate, que supervisionará os trabalhos assessorado por um Sargento-Adjunto.

4) Deverá ser designado um Graduado para ser o gerente, realizando este o controle e cautela do material.

5) Recomenda-se utilizar equipamento mecânico como trator de esteiras para empurrar a ponte.

6) Recomenda-se utilizar um guindaste ou viatura dotada de guindaste para auxiliar na montagem da ponte, o que reduz sensivelmente o efetivo empregado.

7) Segue-se uma orientação de efetivos para turmas diversas.

b. Turmas de Montagem

TURMAS DE MONTAGEM

TURMA	EFETIVO	FINALIDADES
Transporte de Painel	1 Graduado e 12 Cabos/ Soldados	- Transporte e colocação de painéis. - Auxilia a Tu de Parafusos e Escoramentos na colocação das vigas de reforço ainda no solo, se as mesmas já não tiverem adaptadas aos painéis.
Transporte de Travessa	1 Graduado e 16 Cabos/ Soldados	- Transporte das travessas até as treliças. - Colocação do meio-fio na pista de rolamento.
Parafusos e Escoramentos	1 Graduado e 04 Cabos/ Soldados	- Colocação das escoras simples, escoras horizontais, escoras verticais, estruturas de escora (horizontal e vertical), cabos de reforço.
Transporte de Estrado de Rolamento	1 Graduado e 14 Cabos/ Soldados	- Montagem dos decks e construção das rampas. - Constituída na parte final da construção da ponte. - **Emprega pessoal da Tu de Painel e Tu Travessa.**

c. Tempo para Montagem

1) Para preparação do terreno e locação dos roletes, o planejamento deve-se prever quatro horas. Este período de tempo depende, sobretudo, do trabalho necessário para nivelar o local, construir fundações e colocar os roletes nos berços.

2) Sob condições de escurecimento total o tempo aumenta de 50 a 100%.

9. TRANSPORTE, MANUTENÇÃO E ARMAZENAMENTO

a. Generalidades

1) A Companhia de Engenharia de Pontes e Painéis (Cia E Pnt Pa) ou a Companhia de Engenharia de Pontes (se a primeira não existir), tem a missão de realizar o carregamento e o transporte do material. Incumbe-se, ainda, da assessoria técnica, da manutenção e armazenamento da equipagem.

2) A responsabilidade pela guarda, manutenção e transporte da Ponte Compact cabe a um Pelotão de Pontes e Painéis da Cia E Pnt Pa.

3) A responsabilidade pela sua montagem cabe a um Pelotão de Engenharia de Combate, sempre que possível.

4) A equipagem de Ponte Compact 200 pode ser transportada em viaturas de 2,5 toneladas, preferencialmente por viaturas de 5 toneladas. Também pode ser transportada por outros tipos de viaturas de uso civil, desde que certos cuidados de acondicionamento sejam adotados durante o transporte. A utilização de cargas paletizadas e/ ou cargas-tipo diminui o tempo de montagem.

5) Deve-se cuidar para que as cargas fiquem bem dispostas e amarradas. Deve ser evitado o empenamento dos componentes durante o transporte.

b. Manutenção

1) As peças estruturais devem ser mantidas limpas e lubrificadas.

2) Os roletes de lançamento e montagem devem ser mantidos limpos e lubrificados, retirando-se os detritos acumulados e excessos de lubrificante.

3) Os macacos hidráulicos devem ser verificados e testados antes de sua utilização.

4) Uma Turma de Manutenção, comandada por um Graduado, deve ser constituída para executar a manutenção preventiva.

5) São deveres da Turma de Manutenção:

a) Testar toda a ponte após os primeiros minutos de utilização.

b) Examinar periodicamente as placas-base e as fundações.

c) Testar a firmeza dos apoios sob as extremidades e rampas.

d) Assegurar-se de que todos os pinos de segurança estejam colocados.

e) Lubrificar os componentes que exigirem lubrificação.

f) Reparar a superfície de revestimento da ponte e retirar pedras e/ ou cascalho do tabuleiro e rampas.

g) Reparar as vias de acesso e valetas de drenagem.

h) Verificar a ocorrência de erosões nos encontros, fundações, acessos e valetas.

i) Sinalizar e manter sinalizado os acessos da ponte.

c. Armazenamento

1) Os painéis devem ser armazenados na posição vertical. Se for necessário armazená-los horizontalmente, para maior estabilidade, devem ser empilhados de forma que não se empenem e sobre calços de madeira.

2) Todas as peças e componentes devem ser corretamente organizados e devidamente identificados, facilitando assim a sua guarda e o seu livre acesso.

3) O local ideal de armazenagem deve ser, preferencialmente, isento de umidade, roedores e goteiras.

Figura 53. Canteiro de trabalho de Ponte Compact 200

Figura 54. Emprego de guindaste na construção da Ponte Compact 200

Figura 55. Emprego de guindaste na construção da Ponte Compact 200

Figura 56. Emprego de trator de esteira na construção da Ponte Compact 200

Figura 57. Ponte Compact 200

Ponte Compact 200 - 40

Figura 58. Ponte Compact 200 no Haiti

Figura 59. Ponte Compact 200 no Haiti

Figura 60. Ponte Compact 200 no Haiti

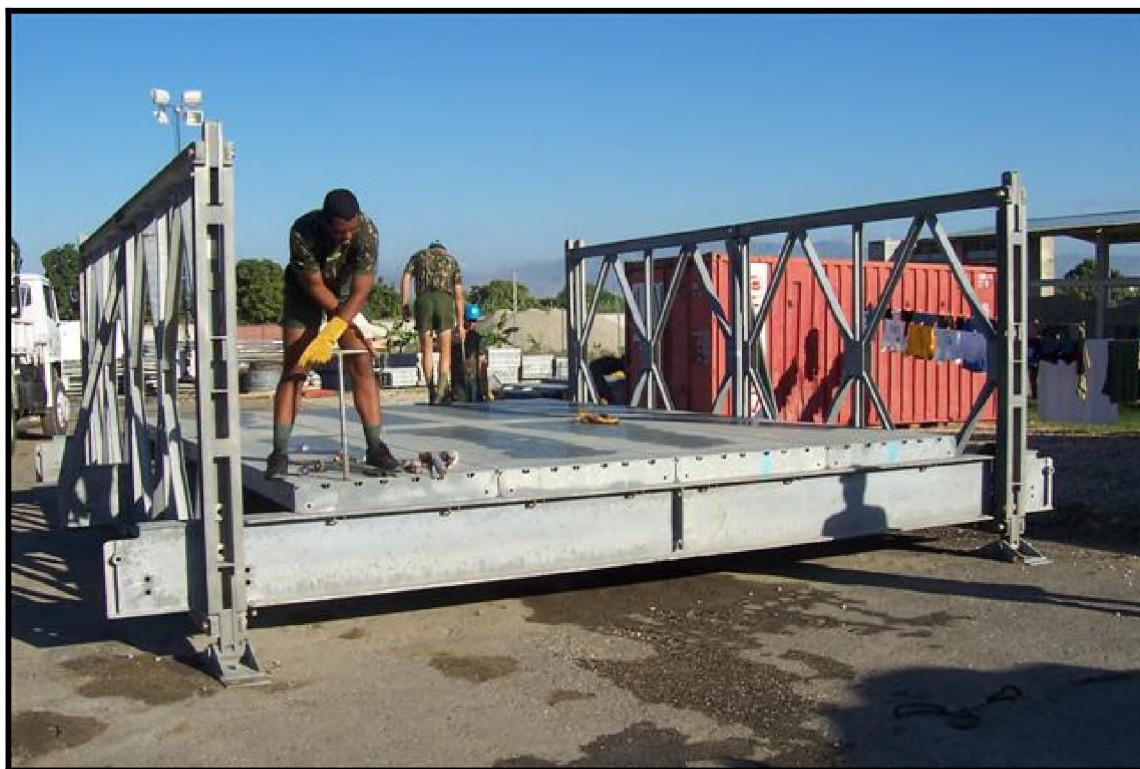



Figura 61. Ponte Compact 200 no Haiti

10. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Exército Brasileiro. **Aditamento Administrativo do 3º BE Cmb.** Aditamento nº 42 / S4 / 4-97, ao Boletim Interno nº 181, de 26 de setembro de 1997. Cachoeira do Sul: 3º BE Cmb, 1997.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Informativo da 2ª Companhia de Engenharia de Combate do 3º BE Cmb.** Cachoeira do Sul: 2ª Cia E Cmb, 1999.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Ponte Compact 200.** Cachoeira do Sul: 3º BE Cmb, ?

BRASIL. Exército Brasileiro. **Relatório de Informações Técnicas da Equipagem de Ponte Compact 200 do 3º BE Cmb.** Cachoeira do Sul: 3º BE Cmb, 1999.

BRASIL. Exército Brasileiro**. Ponte de Painéis Tipo Bailey M2. 1ª Parte. Montada sobre Suportes Fixos.** Manual Técnico T5-277. Brasília: EGGCF, 1ª edição, 1979.

MABEY E JOHNSON LTD. **Manual para Ponte Compact 200.** Referência: 94 C 10. Reino Unido: 19 ?.

MABEY E JOHNSON LTD. **Manual para Puente Compact 200.** Referência: 98 C 2S. Reino Unido: 19 ?.

MABEY E JOHNSON LTD. **Manual Compact 200. Identificacioan Drawings.** Referência: 94 C 3. Reino Unido: 1994.

MABEY E JOHNSON LTD. **The Mabey Compact Bridge System Compact.** Referência: 89 Compact. Reino Unido: 19 ?.

MABEY E JOHNSON LTD. **Un Relacion de los Puentes Logísticos Mabey & Johnson en Bosnia.** Reino Unido: 19 ?.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

EMBARCAÇÃO DE MANOBRA

1. INTRODUÇÃO

Embarcações de manobra ou *Bridge Erection Boat* (*BEB*) possuem a finalidade de dar propulsão a portadas e navegar seções de pontes flutuantes. Também possuem a capacidade de realizar a ancoragem de pontes flutuantes, por período limitado. Podem ser utilizadas como embarcações de segurança, em condições especiais.

Atualmente a Engenharia do Exército Brasileiro opera três modelos de embarcação de manobra: a embarcação de manobra de 27 pés, a embarcação de manobra TB2 e a embarcação de manobra MB3.

A embarcação de manobra de 19 pés, já utilizada pela engenharia de combate, encontra-se praticamente em desuso e em processo de descarga.

Na década de 70, as embarcações de manobra norte-americanas chegaram ao Brasil para navegar as equipagens M4T6, Bailey Uniflote e Fita. Na década de 90, novas embarcações de manobra, de origem alemã chegaram juntamente com as equipagens Ribbon Bridge.

.

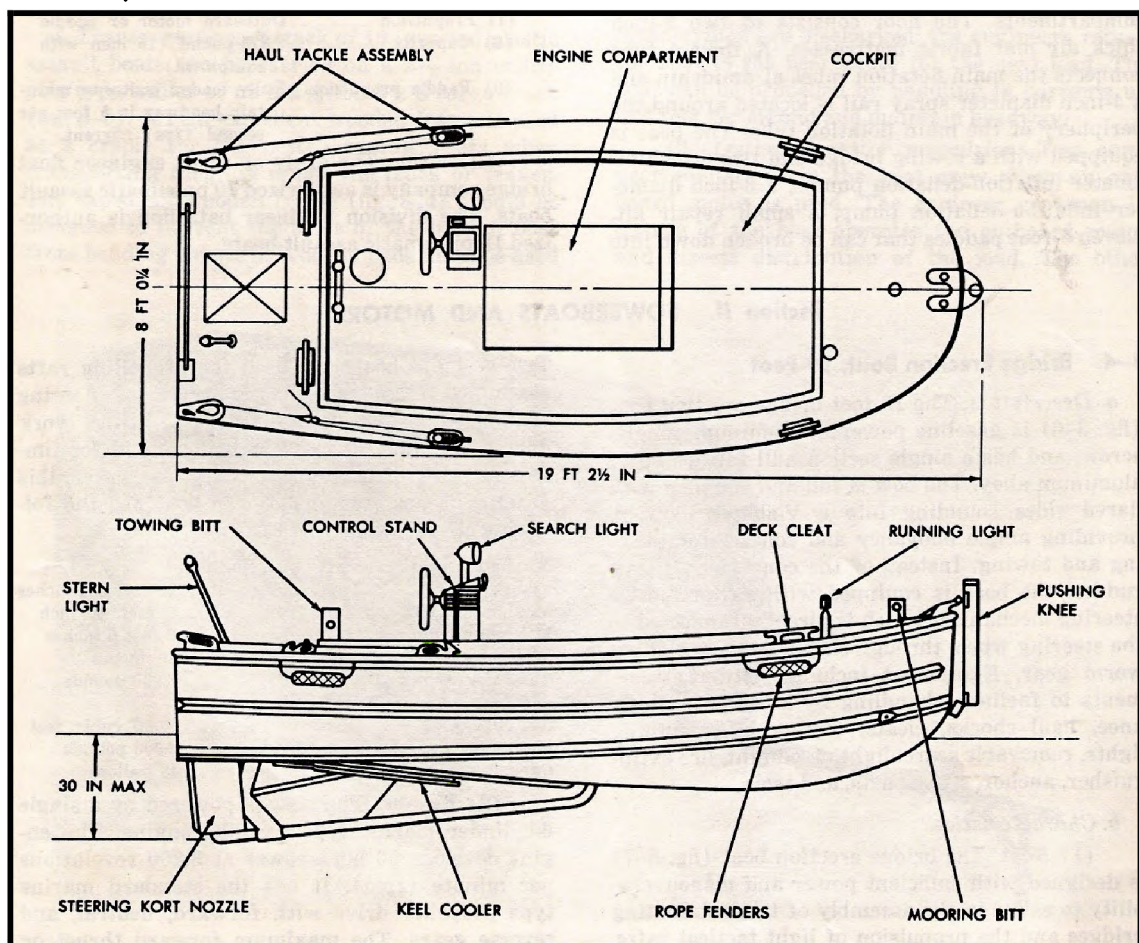



Figura 1. Embarcação de manobra de 19 pés, em desuso

2. EMBARCAÇÃO DE MANOBRA DE 27 PÉS

a. Generalidades

1) A embarcação de manobra de 27 pés é originária dos Estados Unidos da América e foram distribuídas, inicialmente, juntamente com as equipagens de ponte M4T6, na década de 70. Estas embarcações ficaram concentradas no Estado do Rio Grande do Sul.

2) São embarcações fabricadas em duas seções de alumínio. As duas seções são facilmente e rapidamente conectáveis.

3) A embarcação pode ser transportada de diferentes maneiras: sobre viatura, sobre reboque (em seções) ou sobre prancha. É utilizado um guindaste para movimentar a embarcação.

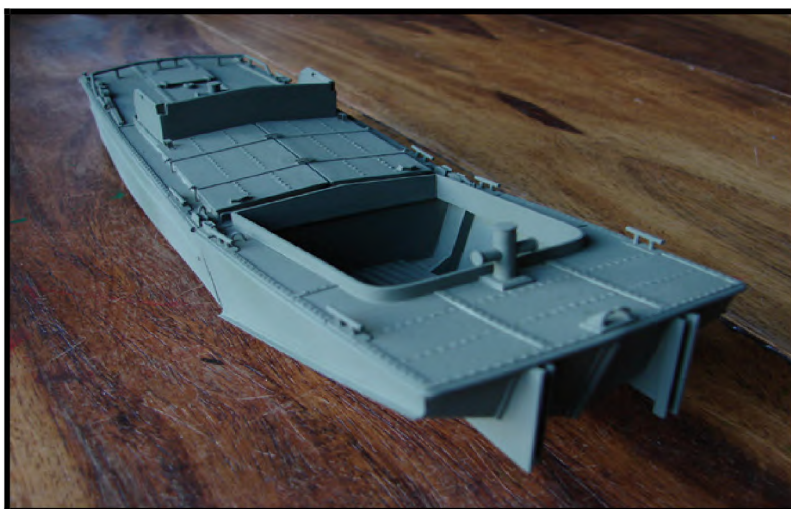



Figura 2. Maquete de embarcação de manobra de 27 pés

b. Características

- Tripulação: 2 (Piloto e auxiliar do piloto)
- Peso: 7150 pounds
- Capacidade de carga líquida: 3000 pounds
- Comprimento: 27 feet ½ inch
- Largura máxima: 8 feet 2 inches
- Altura: 6 feet 6 inches
- Velocidade maxima: 17,7 mph
- Motor: Detroit Diesel 180 HP (2 x 90 HP), com 3 cilindros cada
- Capacidade de combustível: 340 litros (90 gallons x 3,785)
- Consumo: 22,7 litros (6 gallons/hora x 3,785) (2400 RPM)
- Consumo: 48 litros (12.4 gallons/hora x 3,785) (2800 RPM)
- Máximo RPM: 2800
- Bomba de esgotamento de água elétrica: 10-14 gallons por minuto
- Bomba de esgotamento de água manual: 3 gallons por minuto

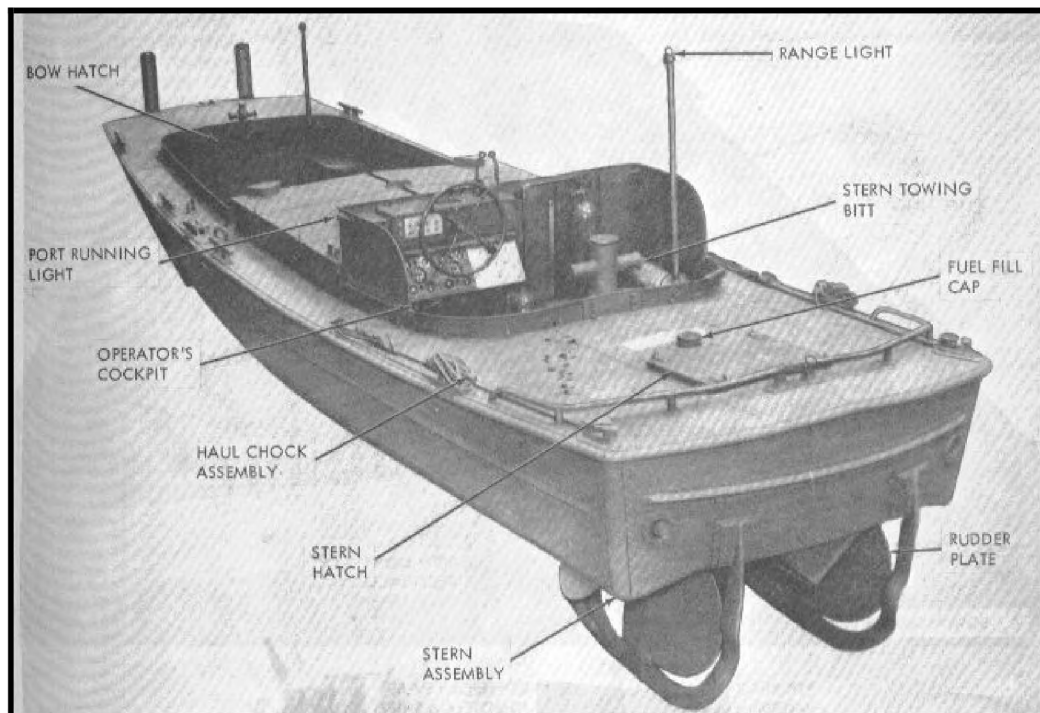



Figura 3. Embarcação de manobra de 27 pés

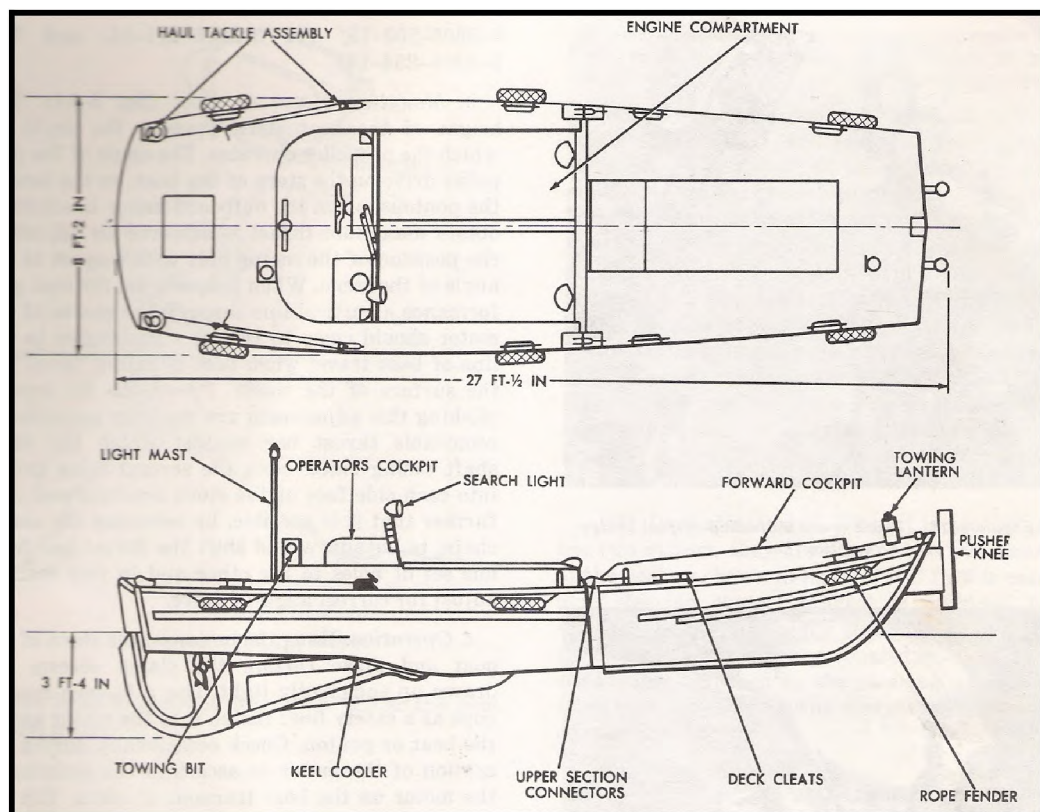



Figura 4. Embarcação de manobra de 27 pés

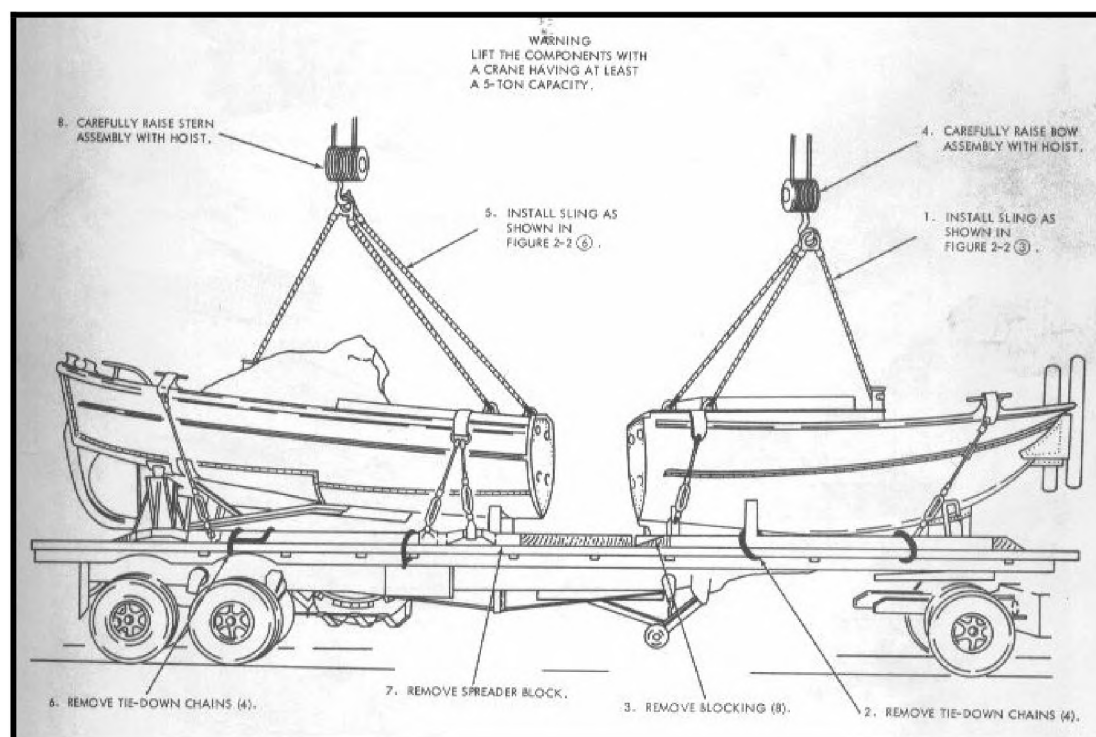



Figura 5. Operação com as duas seções da embarcação de manobra de 27 pés

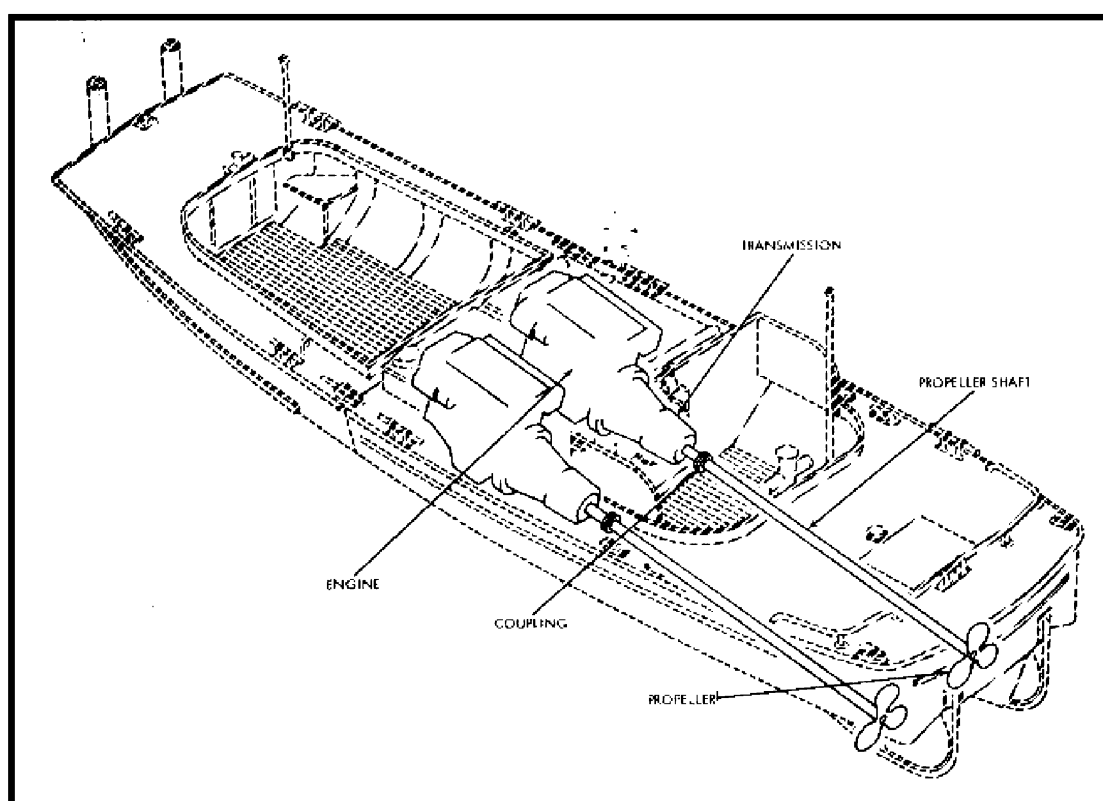



Figura 6. Sistema de propulsão da embarcação de manobra de 27 pés

Figura 7. Operações com embarcação de manobra de 27 pés

Figura 8. Embarcação de manobra de 27 pés

3. EMBARCAÇÃO DE MANOBRA TB2

a. Generalidades

1) A embarcação de manobra TB2 é originária da Alemanha e foram distribuídas, inicialmente, juntamente com as equipagens de ponte Ribbon Bridge, na década de 90. As duas primeiras embarcações foram distribuídas ao 2º BE Cmb, em Pindamonhangaba, SP.

2) A Embarcação de manobra TB2, conhecida como *Bugsierboot* ou *M-boot*, é utilizada para construção de pontes flutuantes e portadas. O material encontra-se também em uso no Egito, na Nigéria e na Turquia. É fabricado pela *General Dynamics Santa Bárbara Sistemas GmbH* (GDSBS GmbH) com sede em Kaiserslautern, na Alemanha.

3) A embarcação possui um pára-brisas ajustável que pode ser equipado com uma cobertura de lona, que visa dar certa proteção à tripulação. A embarcação é impulsionada por duas hélices. O casco é de alumínio.

Figura 9. Embarcação de manobra TB2

b. Características da Embarcação

- Tripulação: 2 (Piloto e auxiliar do piloto)
- Peso: 4.200 Kg
- Comprimento: 7,67 m
- Largura: 2,7 m
- Profundidade: 1.85 m
- Velocidade máxima: 22,5 Km/h
- Motor: Diesel 250 HP

c. Características do Reboque com a Embarcação

- Peso: 8.650 Kg
- Comprimento: 9,80 m
- Largura: 2,48 m
- Altura: 3,25 m

Figura 10. Um exemplo de transporte da embarcação de manobra TB2

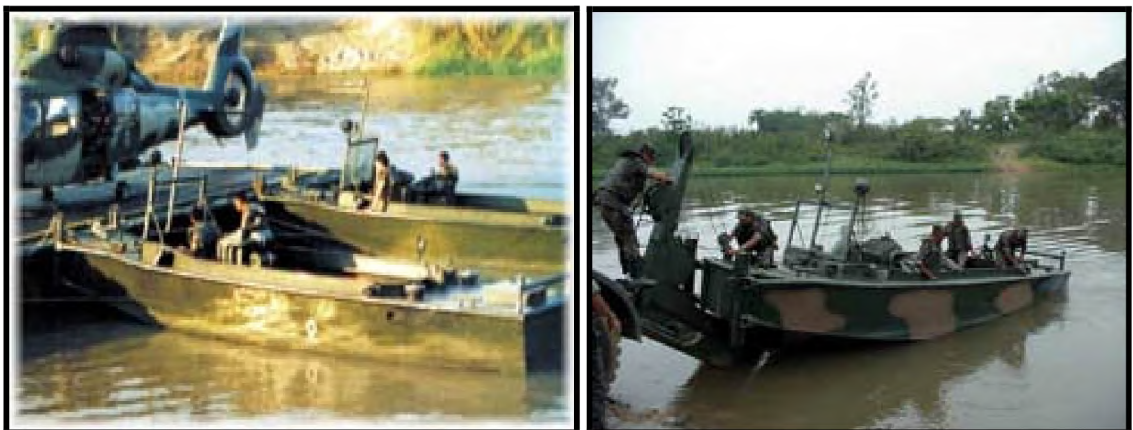



Figura 11. Operações da embarcação de manobra TB2

Figura 12. Embarcação de manobra TB2

Figura 13. Transporte da embarcação de manobra TB2

4. EMBARCAÇÃO DE MANOBRA MB 3 SCHOTTEL

a. Generalidades

1) A embarcação de manobra MB3 Schottel é originária da Alemanha e foram distribuídas, inicialmente, juntamente com as equipagens de ponte Ribbon Bridge na década de 90. Estas embarcações ficaram concentradas nas unidades de engenharia de combate, entre elas o 3º BE Cmb de Cachoeira do Sul, RS.

2) A Embarcação de Manobra MB3 Schottel é utilizada para construção de pontes flutuantes e portadas. É fabricado pela *Schottel GmbH & Co.* com sede em Spay, na Alemanha.

Figura 14. Navegação da Embarcação de Manobra MB3 Schottel

3) A embarcação possui um sistema de propulsão ou jato-bomba (*Schottel Pump-Jet, SPJ*) que utiliza como base o princípio de operação de uma bomba centrífuga. Um rotor aspira a água da parte debaixo do casco da embarcação e a transfere para uma voluta. As aberturas de saída de água estão dispostas na parte inferior do propulsor que fica tangente a linha de base do casco, sendo, desta forma, ideal para a instalação em embarcações que operam em águas rasas.

4) Com um desenho compacto, baixa perda de sustentação e baixo efeito de sucção, as *Pump-Jets* desenvolvem alto empuxo também em águas extremamente rasas, atingindo uma ampla faixa de velocidades. Assim como todos os produtos SCHOTTEL, os SPJ se distinguem por conferirem alta manobrabilidade às embarcações de navegação interior e costeira que o utilizam como propulsão principal, ou como propulsão independente de manobra e emergência em navios marítimos.

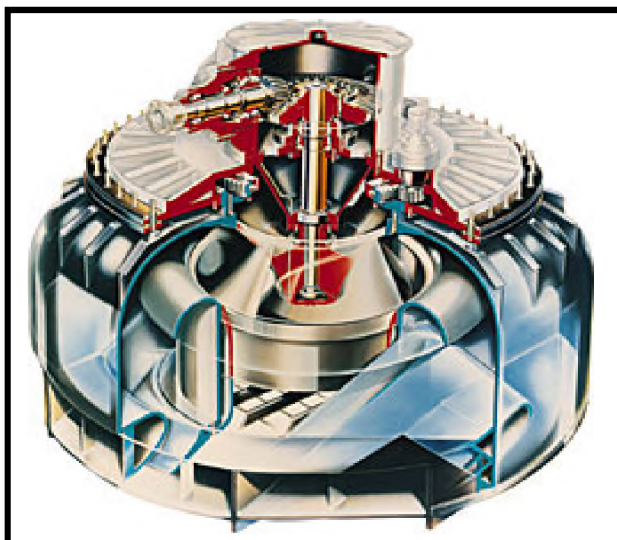



Figura 15. Sistema de jato-bomba da Embarcação de Manobra MB3 Schottel

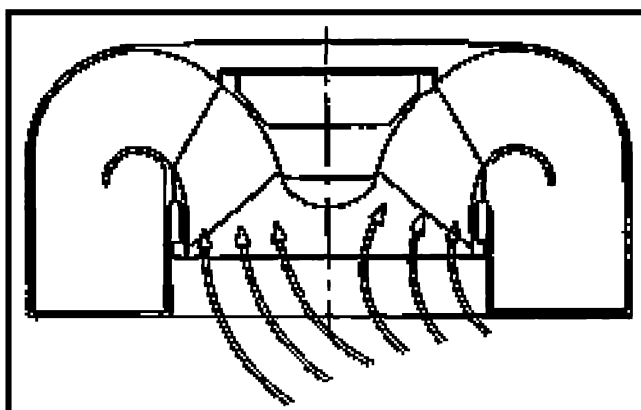



Figura 16. Sistema de jato-bomba – sucção da água (1ª fase)

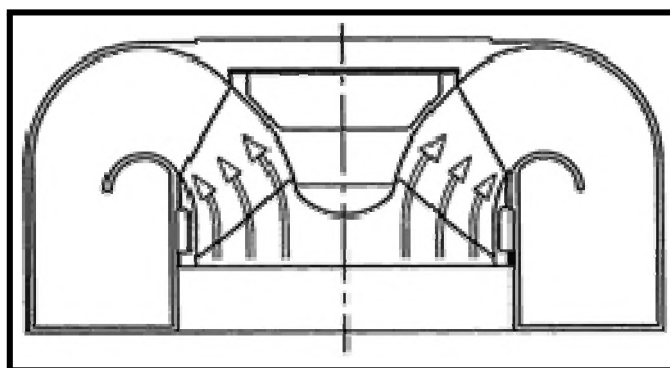



Figura 17. Sistema de jato-bomba – entrada da água (2ª fase)

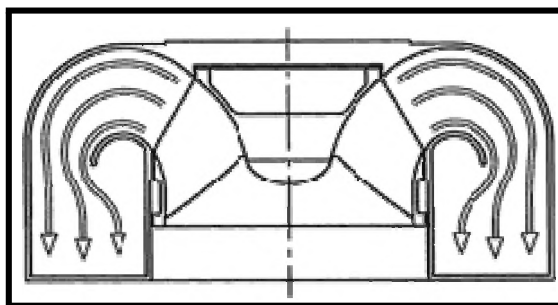



Figura 18. Sistema de jato-bomba – percurso da água (3ª fase)

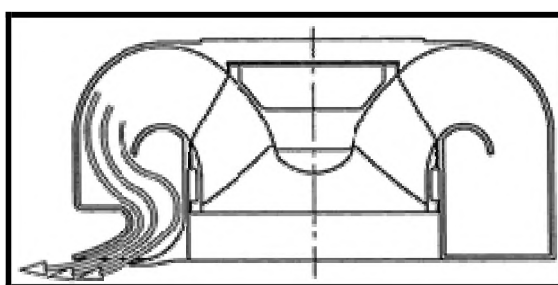



Figura 19. Sistema de jato-bomba – expulsão da água (4ª fase)

b. Características

- Tripulação: 2 (Piloto e auxiliar do piloto)
- Peso: 5.000 Kg
- Comprimento total: 7,0 m
- Largura: 3,26 m
- Profundidade: 1,40 m
- Calado (totalmente equipada): 0,45 m
- Velocidade máxima: aproximadamente 30 Km/h
- Motor: 2 x KHD Diesel tipo BF 6 L 913 C
- Schottel Pump-Jet: 2 x SPJ 55 M (131 Kw./178 HP cada)
- Impulsão: 22.000 N

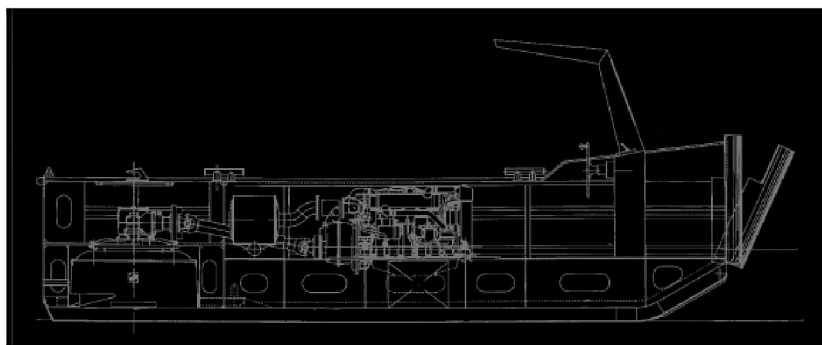



Figura 20. Embarcação de Manobra MB3 Schottel

Figura 21. Operação da Embarcação de Manobra MB3 Schottel

Figura 22. Operação da Embarcação de Manobra MB3 Schottel

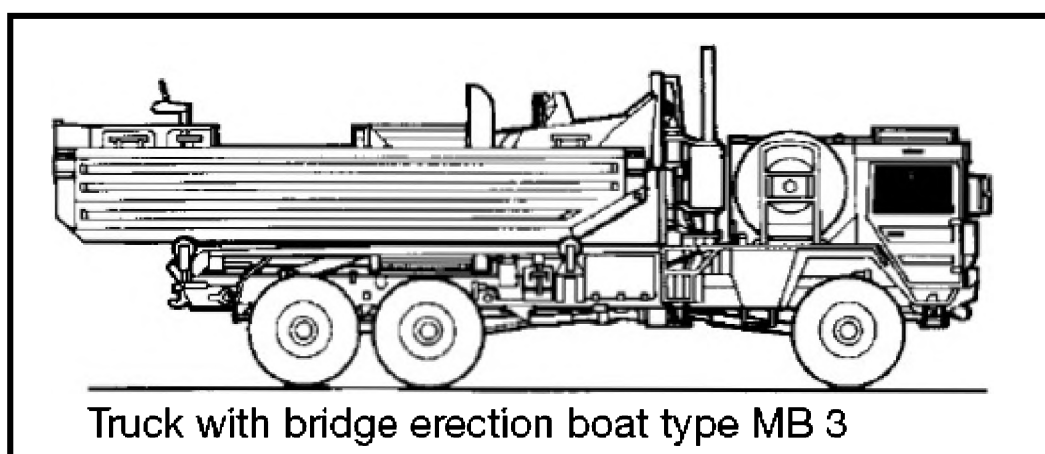



Figura 23. Um exemplo do transporte da Embarcação de Manobra MB3 Schottel

Figura 24. Um exemplo do transporte em reboque da Embarcação de Manobra MB3 Schottel

Figura 25. Embarcação de Manobra MB3 Schottel

5. EMPREGO DE EMBARCAÇÃO DE MANOBRA

Figura 26. Emprego de embarcações para ancoragem de ponte flutuante

Figura 27. Emprego de embarcações para ancoragem de ponte flutuante

Figura 28. Emprego de embarcações para navegação perpendicular de portadas

Figura 29. Emprego de embarcações para navegação perpendicular de portadas

Figura 30. Emprego de embarcações para navegação paralela de portadas

Figura 31. Emprego de embarcações para navegação paralela de portadas

Figura 32. Emprego de embarcações para conexão de módulos

Figura 33. Emprego como embarcação de segurança

6. BIBLIOGRAFIA

JANE`S. **GDSBS TB2 Bridging Boat.** Jane`s Military Vehicles and Logistics. 2003.

SCHOTTEL. **Bridge Erection Boat Type MB3.** Alemanha, ?.

US ARMY. **Boats and Motors.** Military Floating Bridge Equipment. Technical Manual. TM 5-210. Washington, DC: 1970.

US ARMY. **Boats and Motors.** Military Float Bridging Equipment. Training Circular. TC 5-210. Washington, DC: 1988.

US ARMY. **Bridge Erection Boat 27 Feet.** Operator and Organizational Maintenance Manual Boat, Bridge Erection, Inboard Diesel Engine, Aluminum Hull, 27 FT LG. Technical Manual. TM 5-1940-221-12. Washington, DC: 1972.

US ARMY. **Combat Engineer Systems Handbook.** Fort Leonard Wood, Missouri, USA: US Army Engineer School, 1990.

US ARMY. **Engineer Field Data. FM 5-34.** Washington, DC: 1987.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

DADOS MÉDIOS DE PLANEJAMENTO

1. NÚMERO-CLASSE DAS PRINCIPAIS VIATURAS

a. Dados gerais

VIATURAS		CLASSE
Viaturas sobre rodas	1/4 t	2
	3/4 t	4
	3/4 t, com reboque	5
	3/4 t, com reboque cisterna	6
	2 1/2 t, 4 X 4	12
	2 1/2 t, 6 X 6 - CHEVROLET DIESEL e FORD DIESEL	11
	2 1/2 t, 6 X 6 - MERCEDES BENZ e 2 1/2 t, 6 X 6, basculante	12
	2 1/2 t, 6 X 6 - REO	8
	2 1/2 t, tracionando obus 105 mm ou com Rbq 1 t ou 2 t	12
	5 t, 4 X 4 - MERCEDES BENZ	12
	5 t, 6 X 6 - MERCEDES BENZ	21
	5 t, 6 X 6 - MERCEDES BENZ, tracionando Obus 155 mm	22
	5 t, 6 X 6 - REO - Socorro	21
	6 t, 6 X 6, cisterna	18
	6 t, com semi-reboque leito baixo, 20 t	32
	Can AAe OERLIKON 35mm, AR	7
	VBR EE-9 (CASCAVEL)	9
	VBTP EE-11 (URUTU)	11
Equipamentos mecânicos	Carregadeira (SR / SL)	9 / 10
	Motoniveladora	11
	Rolo compactador	12
	Trator agrícola	8
	Trator de esteira (Pequena potência)	10
	Trator de esteira (Média potência)	14
	Trator de esteira (Grande potência)	30
Viaturas sobre lagartas	VBC CC M41	24
	VBC OAP 105 mm M 108	22
	VBC OAP 155 mm M 109	24
	VBC CC (LEOPARD 1 A1)	44
	VBC CC (M60 A3 TTS)	55
	VBE Lç Pnt	34
	VBE Lç Tb (tubos)	30
	VBE Ab Bre (abertura de brechas)	30
	VBE Canhão Dest 165mm M 728	25
	VBC Eng (lâmina ou rolo)	53
	VBTP (M113-B)	11
	M 578 (Soc)	25

b. Viaturas de maior Número-Classe

	Tipo de Vtr	Número-Classe (1)
C Mec	M 41	24
Inf L	5 t, 4 X 4 - MERCEDES BENZ	12
Inf Mtz	VBE Lç Pnt	34
Inf Pqdt	5 t, 4 X 4 - MERCEDES BENZ	12
Inf Sl	VBE Lç Pnt	34
Bda Bld e Mec (2)	M 41	24
	LEOPARD 1A1	44
	M 60 A3 TTS	55
B Div	VBC Eng	53

Obs:

(1) para o apoio logístico poderão ser consideradas outras viaturas, com diferentes número-classe;

(2) depende da dotação da Bda.

Figura 1. Carro de Combate M41

2. CURSOS DE ÁGUA

a. Transposição de vaus

<table>
<tr><th colspan="2">ELEMENTOS</th><th>VAU (m) (1)</th><th>OBSERVAÇÕES</th></tr>
<tr><td colspan="2">Combatente a pé</td><td>1,00</td><td rowspan="15">(1) Corrente moderada, fundo firme e margens favoráveis.
(2) Anfíbio
- Flutua em profundidade >1,60 m
- Entre 1,10 e 1,60 m, com a hélice ligada, consegue transpor o curso de água com restrições.
- Velocidade anfíbia ≤ 2,5 m/s ou 9,0 km/h.
- Aclive máximo na 2ª margem:
- 10% ou 6° (quando flutuando);
- 45% ou 24° (quando na Tva de vau).
(3) Anfíbio
- Flutua em profundidade ≥ 2,0 m
- Entre 1,60 e 2,0 m consegue transpor o curso de água com restrições.
- Velocidade anfíbia ≤ 1,6 m/s ou 5,8 km/h.
- Aclive máximo na 2ª margem:
- 20% ou 11° (quando flutuando);
- 50% ou 26° (quando na Tva de vau).
(4) Aclive máximo de 60% ou 30°.
(5) Sem preparação do CC.
(6) Com preparação do CC.
(7) Com snorkel.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Viaturas ¼ e ¾ t sobre rodas e Art AR</td><td>0,60</td></tr>
<tr><td colspan="2">Viaturas 2 ½ t e 5 t</td><td>0,75</td></tr>
<tr><td rowspan="12">VIATURAS BLINDADAS</td><td>VBR (CASCAVEL)</td><td>1,10</td></tr>
<tr><td>VBTP (URUTU) (2)</td><td>1,10</td></tr>
<tr><td>VBTP (M113) (3)</td><td>1,60</td></tr>
<tr><td>VBE L Pnt e L Tubos (4)</td><td>1,20</td></tr>
<tr><td>VBC O AP 105 mm M 108</td><td>1,05</td></tr>
<tr><td>VBC O AP 155 mm M 109</td><td>1,05</td></tr>
<tr><td>VBC CC (M41)</td><td>1,20</td></tr>
<tr><td>VBC CC (LEOPARD 1-A1) (4)</td><td>1,20 (5)
2,25 (6)
5,00 (7)</td></tr>
<tr><td>VBC CC (M60 A3 - TTS) (4)</td><td>1,20 (5)
2,40 (6)</td></tr>
<tr><td>VBC Eng</td><td>1,20</td></tr>
<tr><td>M 578 e M 728</td><td>1,07</td></tr>
</table>

b. Principais características dos cursos de água

CARACTERÍSTICAS	INFORMAÇÕES
LARGURA (L)	L ≤ 100 m: normal
	100 m < L ≤ 300 m: de vulto
	L > 300 m: de grande vulto
VELOCIDADE DA CORRENTEZA (Vel)	Vel ≤ 1,0 m/s: pequena
	1,0 m/s < Vel ≤ 1,5 m/s: moderada
	Vel > 1,5 m/s: rápida
NATUREZA DO LEITO	Lodoso
	Não lodoso
DECLIVIDADE DAS MARGENS PARA TRAVESSIA A VAU	Máxima p/CC=60% ou 30°(ver Quadro Prf 5-9)
	Máxima p/demais Vtr SL=45% ou 24° (ver Quadro Prf 5-9)
	Máxima p/ Vtr SR=30% ou 27° (ver Quadro Prf 5-9)
PROFUNDIDADE	Vaus (ver Quadro Prf 5-2 - a.)
NATUREZA DAS MARGENS	Ver Quadro Prf 5-3.
OBSTÁCULOS	Ilhas, corredeiras, Pnt Dest, etc

3. IMPLICAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS DOS CURSOS DE ÁGUA NO EMPREGO DOS MEIOS DE TRAVESSIA

Meios de Tva ⇒	**Psg a vau**	**Bt Ass**	**Vtr Anf**	**Psd Al**	**Prtd L**	**Prtd P**	**Pnt**
Ter sujo e irregular (1ª Mrg)	-	**R**	-	**R**	**R**	-	-
Acesso difícil à 1ª Mrg e/ou 2ª Mrg	-	**R**	**R**	**R**	**R**	**R**	**R**
Talude nas Mrg	**I Vtr e R tropa à pé**	**R**	**I**	**R h > 3,0 m**	**R h > 3,0 m**	**R h > 3,0 m**	**R h > 3,0 m**
Rampas nas margens	**I Aclive > 60% ou 30º para Vtr SR/SL**	-	**I Aclive > 60% ou 30º**	-	**R**	**R**	**R**
Mrg frouxas	**R sem rampas**	-	**I**	-	**R**	**R**	**R**
Profundidade junto às Mrg	-	-	-	**R > 1,0 m**	**I < 0,75 m**	**I < 1,0 m**	**R < 1,0 m**
Profundidade	**I (Ver Tab Prf 5-2.a)**	**R < 0,5 m**	**R (Ver Tab Prf 5-2.a)**	**R < 0,5 m**	**I < 0,75 m**	**I < 1,0 m**	**I < 1,0 m**
Correnteza	**I > 1,5 m/s**	**I > 1,5 m/s**	**I > 1,5 m/s**	**I > 3,0 m/s**	**I > 3,3 m/s**	**I > 3,0 m/s**	**I > 3,0 m/s**
Cobertas (ZRFME e P Atq)	-	**R sem Cob ou com Veg densa**	-	**R sem Cob ou com Veg densa**			-
Veg ciliar densa	**R**	**R**	**R**	-	-	-	-
Largura	**L < 100m ⇒ Tva normal; 100m ≤ L < 300m ⇒Tva de vulto; L ≥ 300 m⇒ Tva de grande vulto**						
Natureza do leito (lodoso)	**I**	-	-	-	-	-	-
Lig ruim com a rede de Estr	**R**	-	**R**	-	**R**	**R**	**R**
Obstáculos como: Pnt Dest a jusante; saliente nas Mrg; corredeiras; Veg; ilhas; sinuosidade...	-	**R**	**R**	**R**	**R**	**R**	**R**

LEGENDA: **R** (restritivo); **I** (impeditivo)

4. PRIMEIRA FASE TÉCNICA (ASSALTO)

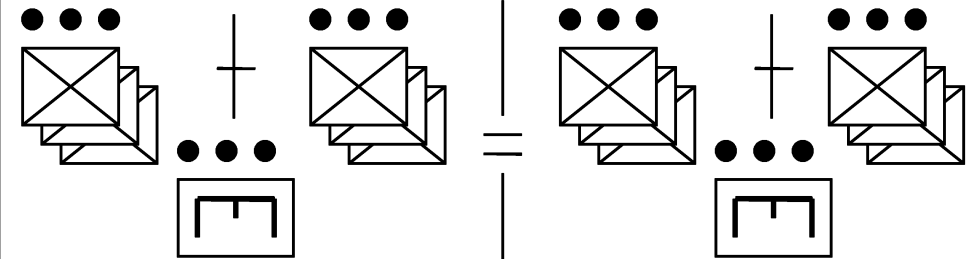
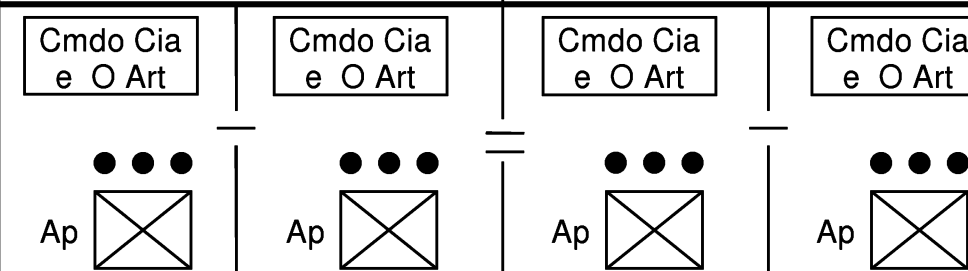
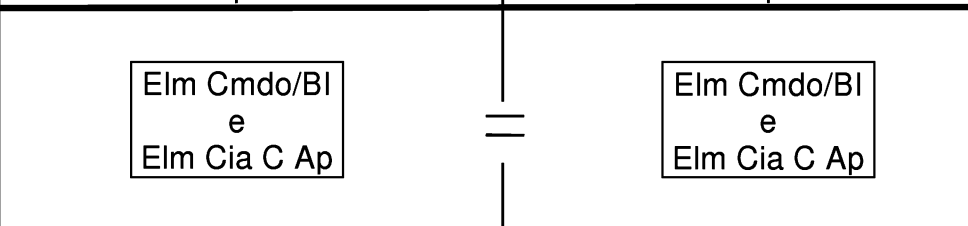
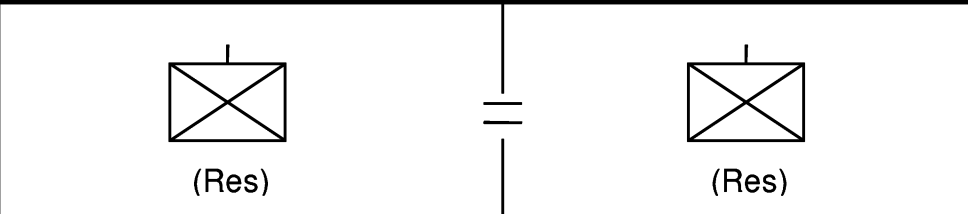
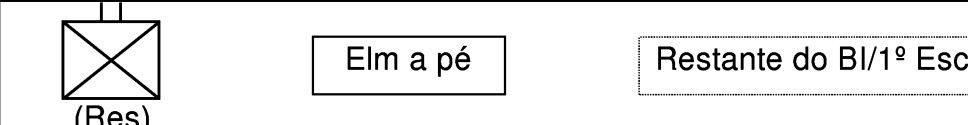
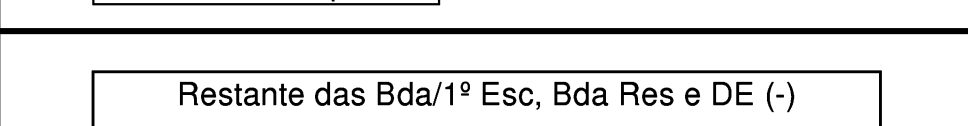
a. Botes de assalto

Material		Guarnição (Sd Eng)	Capacidade máxima (além da guarnição)	Velocidade máxima da correnteza	Tempo para viagem de ida e volta (em min)		
					Largura do rio		
					90 m	150 m	300 m
Duralumínio	**Bote simples**	3	12 Fuz equipados	1,50 m/s	4	6	10
	Pontão (a motor)	2	22 Fuz equipados	1,50 m/s	-	4	6
Pneumático	**Navegação a remo**	3	12 Fuz equipados	1,50 m/s	4	6	10
	Navegação a motor	2	14 Fuz equipados	3,50 m/s	-	4	5

Obs:
(1) os botes permitem a Tva de Mtr leves e pesadas, de morteiros 60 e 81mm e CSR 57mm com certa quantidade de munição, reduzindo-se, nesse caso, o número de homens transportados;
(2) em rios de pouca largura - até 40m - e desde que o fogo Ini possa ser neutralizado da primeira margem, as passadeiras **podem** ser utilizadas para a travessia de tropas de assalto, dispensando, nesse caso, o emprego de botes de assalto;
(a) dosagem ideal: 1 Psd por Pel Fuz em 1º Esc;
(b) dosagem mínima: 1 Psd por Cia Fuz em 1º Esc.

Figura 2. Bote de assalto

b. <u>Exemplo de quadro-base para a travessia de um BI em vagas de botes de assalto</u>

Elemento	Efetivo		Pessoal que não atravessa com sua fração		Pessoal que não é da fração e que atravessa com ela		Pessoal a atravessar	Nr de Botes
	Of	Pr	Ef	Especificação	Ef	Especificação		
Cia Fuz (cada) **- Pel Fuz (x 3)**	1	36	-	-	1	Padioleiro	38	4
- Pel Ap	1	27	3	3 Motr	-	-	25	3
- Cmdo Cia e Sec Cmdo	1	17	13	1 Subten, 1 Sgte 1 Cb Op Micro, 2 Sd Mort, 8 Pr Gp Log	1	OA	6	1
Soma	5	152	16	-	4	-	145	16
Cmdo BI e Cia C Ap	11	230	207	Pel Cmdo (-) Pel Com (-) Pel Mrt (-) Pel Sup, Pel Mnt (-), Pel Sau, Pel AC	-	-	34	3
Soma (BI com 3 Cia Fuz)	26	686	-	-	-	-	469	51

Obs:

(1) este quadro pode variar de unidade para unidade, em função de sua organização interna e dos meios disponíveis;
(2) o restante do pessoal e material do BI que não atravessa nos Bt Ass utilizará, mais tarde, Psd, Prtd L, Prtd P e Pnt;
(3) o quadro considera todo o BI Mtz atravessando o rio em vagas de botes próprios;
(4) não estão consideradas a reserva de material e a articulação da Unidade.

Figura 3. Bote de assalto

c. <u>Um exemplo de articulação de uma Bda Inf Mtz para a travessia utilizando vagas de assalto</u>

BOTES DE ASSALTO	1ª VAGA				
	2ª VAGA	Cmdo Cia e O Art Ap	Cmdo Cia e O Art Ap	Cmdo Cia e O Art Ap	Cmdo Cia e O Art Ap
	3ª VAGA	Elm Cmdo/Bl e Elm Cia C Ap		Elm Cmdo/Bl e Elm Cia C Ap	
	4ª VAGA	(Res)		(Res)	
Psd		(Res)	Elm a pé	Restante do Bl/1º Esc	
Prtd L		Elm essenciais dos Bl, da Bda e Elm de apoio		Restante do Bl/1º Esc	
Prtd P		CC, Vtr P das Bda e dos Elm de apoio		Restante do Bl/1º Esc	
Pnt		Restante das Bda/1º Esc, Bda Res e DE (-)			

d. <u>Exemplo de quadro de articulação de um BI Mtz para Trsp C Agu em Bt de assalto</u>

Vagas de Botes Próprios (41 BOTES)	**1ª vaga** **(35 BOTES)**	**<u>1ª Cia Fuz (+ 1º/3ª Cia Fuz)</u>** - Cmdo, OA Mrt Me e Art e Radiop - 4 Pel Fuz - Sec AC/Pel Ap - Elm Sau - 1º/52ª Cia E Cmb **(21 BOTES)**	**<u>2ª Cia Fuz</u>** - Cmdo, OA Mrt Me e Art e Radiop - 3 Pel Fuz - Sec AC/Pel Ap - Elm Sau **(14 BOTES)**
	2ª vaga **(06 BOTES)**	- Sec C (-) - Pel Ap (-) **(03 BOTES)**	- Sec C (-) - Pel Ap (-) **(03 BOTES)**
Vaga de Retorno	**(18 BOTES)**	**<u>3ª Cia Fuz (-1º Pel Fuz)</u>** - Cmdo, OA Mrt Me e Art e Radiop - Sec C (-) - 2 Pel Fuz - Pel Ap - Elm Sau **(14 BOTES)**	**<u>Cia C Ap</u>** - Elm EM Btl - Pel Cmdo (-) - Pel Com (-) - Elm Sau **(03 BOTES)**
		<u>Gp Cmdo BI</u> - Cmt - Radiop - O Lig Art - Tu Rec - Adj S/3 **(01 BOTE)**	-

Obs: este quadro especifica a seqüência e a organização das frações de um BI Mtz para a transposição de um curso de água obstáculo em botes de assalto.

Figura 4. Botes de assalto

5. SEGUNDA FASE TÉCNICA

a. Passadeira

TIPO	NATUREZA DO SUPORTE	METROS POR EQUIPAGEM	Trnp Nec (por equipagem)	UTILIZAÇÃO	TEMPO DE Cnst (2)	EFETIVO		RENDIMENTO	
						Cnst	Mnt	Dia	Noite
Normal	Flutuador de alumínio	144	2 Vtr 2 ½ t c/ Rbq	Tropas a pé	5,0 m / min	1 Pel E Cmb	1 GE	75 H / min	40 H / min
Reforçada		30		Tropas a pé e Vtr ¼ t	0,8 m / min			150 H / min 200 Vtr/h	

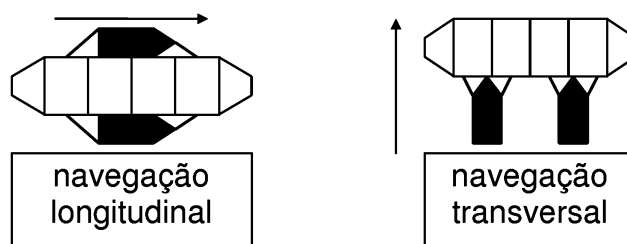
Obs:
(1) as passadeiras não devem ser empregadas em rios de largura superior a 150m;
(2) o tempo de construção é calculado para trabalhos diurnos com pessoal treinado. Para trabalhos noturnos, acrescer 50 % às necessidades.
(3) o RENDIMENTO indica o número de combatentes que atravessam a Psd em um minuto.

Figura 5. Passadeira Flutuante de Alumínio

b. Portadas

MATERIAL	Nr de Suportes	Espaço p/carga (m)	Tp Cnst (min) (1) (3)	Correnteza máxima (m/s)	Classe (2)	Efetivo		Transporte Necessário	Nr de Viagens/hora (4) (5) (6) Largura do rio (m)		
						Cnst	Op		100	200	300
Portada Leve	4	11,43	30	2,70	8	1 Pel E Cmb	1 GE	3 Vtr 2 ½ t c/Rbq	10	6	4
	5	14,65	35	3,00	12						
	6	14,65	45	3,30	16						
Ponte Modular Pesada	3	6,7	15	1,50	45/35	Tripulação		5 Vtr 5 t	10	6	4
				2,00	40/15						
				2,50	35/10						
				3,00	25/-						
	4	13,4	20	1,50	70/60			6 Vtr 5 t			
				2,00	60/40						
				2,50	60/30						
				3,00	45/-						
	5	20,1	25	1,50	75/70			7 Vtr 5 t			
				2,00	70/60						
				2,50	70/50						
				3,00	60/-						
	6	26,8	30	1,50	80/75			8 Vtr 5 t			
				2,00	70/65						
				2,50	70/55						
				3,00	70/-						

Obs:

(1) o tempo de construção não inclui o preparo das margens e considera o emprego de tropa treinada, de dia. À noite, acrescer 50% ao tempo necessário;
(2) o primeiro número-classe das portadas PMP refere-se à navegação longitudinal e o segundo à navegação transversal (convencional). O traço (-) representa a impossibilidade de utilização;

(3) tempo de Cnst de rampas de portadas (se necessário): acrescer 30 min ao tempo de construção da Prtd, com ou sem utilização do reforçador de solos, para cada margem;
(4) a quantidade máxima de Vtr por viagem da portada depende do número-classe e do comprimento das Vtr/Eqp;
(5) o número de viagens/hora à noite diminui para 60% com relação às realizadas de dia;

(6) o número de viagens/hora compreende o somatório das viagens de ida e de volta. Para fins de planejamento tático, deve-se considerar apenas 50% desses números para o transporte de Vtr/Mat/Eqp à 2ª margem;
(7) para que seja compensadora a operação de portadas, as larguras mínimas do curso de água são as seguintes:- Prtd Leve: 45 m;- Prtd Pesada: 75 m;
(8) o número de Prtd em cada local, de acordo com a largura do rio, é o seguinte:

Largura do curso de água (m)	Nr de Prtd operando por local	Nr de Prtd Res	Nr total de Prtd por local	Nr total de Prtd por Bda em 1º Esc	
				Prtd L	Prtd P
Até 100	1	1	2	2	4
100 a 200	2	1	3	3	6
200 a 300	3	1	4	4	8
300 a 400	4	2	6	6	12
400 a 500	5	2	7	7	14
500 a 600	6	2	8	8	16
600 a 700	7	2	9	9	18
700 a 800	8	3	11	11	22
800 a 900	9	3	12	12	24
900 a 1000	10	3	13	13	26

(9) a reserva prevista é a constante do quadro acima. Caso portadas de classes diferentes operem no mesmo local, a(s) portada(s) reserva(s) será (ão) do tipo da de maior classe.

Figura 6. Portada Leve

6. TERCEIRA FASE TÉCNICA

a. Pontes

Material e Tipo	Natureza do suporte (3)	Metros por Equipagem	Trnp Nec por Equipagem	Classe (Cl)	Efetivo		Tp Cnst (4) (5)	Rendimento
					Cnst	Mnt		
Pnt Leve	pontão metálico	13	3 Vtr 2 ½ t com Rbq	16 (1)	1 Pel E Cmb	1 GE	1,20 m/min	**200 Vtr/h** **com Intv = 30 m e Vel = 16 km/h**
Pnt LVB	sem suporte	26 (6)	1 VBE L Pnt	60	Gu da Vtr	Gu da Vtr	30 min	
Pnt Pa	normalmente sem suporte	2 DS 25m ou 1 DD 40m	25 Vtr 5t	50 ou 35	Pel E Cmb ou Cia E Cmb	1 GE	3 h (cada) ou 5,5 h	
Pnt Modular Pesada	seções flutuantes (interior e rampa)	78,2 m (7) (10 SI, 4 SR e 6 Embc Man)	26 Vtr 5t	45 a 60 (2)	Tr (da Cia E Pnt)	Tr (da Cia E Pnt)	150 m/h	

Obs:

(1) velocidade da correnteza: moderada (1,0 m/s < V ≤ 1,5 m/s);
(2) classes:
- Cl 60 para velocidade da correnteza até 2,5 m/s;
- Cl 45 para velocidade de correnteza entre 2,5 e 3,0 m/s;
- acima de 3,0 m/s consultar manual técnico (Nec ancoragem especial);

(3) as profundidades mínimas requeridas são as seguintes:
- flutuadores, botes em geral e pontões pneumáticos: 0,50m;
- pontões metálicos: 0,75m;

(4) o tempo de construção é calculado para trabalhos diurnos, com pessoal treinado. Para trabalhos noturnos acrescer 50% às necessidades;
(5) tempo de Cnst de rampas de pontes (se necessário e caso esse trabalho não possa ser realizado com antecedência ou simultaneamente à Cnst da Pnt), com ou sem utilização do reforçador de solos: acrescer 30 min para cada margem;
(6) vãos possíveis de serem vencidos: ver Nr 2) da letra b. a seguir;
(7) SI = Seção Interior e Sr = Seção de Rampa.

Figura 7. Ponte de Painéis Bailey

b. <u>Possibilidades das equipagens de ponte</u>

1) Equipagem de Portada Leve

Distribuição		Nr Eq	Comprimento Pnt	Portadas
Bda	Pel Eqp Ass / Cia E Cmb / Bda	2	26 m	2 (4SF) ou 2 (5SF) ou 2 (6SF)
	Cia E Pnt / BE Cmb / Bda Bld ou Mec	4	52 m	4 (4SF) ou 4 (5SF) ou 4 (6SF)
DE	Cia E Pnt / BE Cmb / ED	9	117 m	9 (4SF) ou 9 (5SF) ou 9 (6SF)
Ex Cmp	Cia E Pnt Flu/EEx	12	156 m	12 (4SF) ou 12 (5SF) ou 12 (6SF)

2) Ponte Lançada por VBE L Pnt

- vãos possíveis de serem vencidos:

- margens firmes: deixar 1 m para cada lado, perfazendo até **24 m**;

- margens fracas: deixar 3 m para cada lado, perfazendo até 20 m;

- com a utilização de cavalete como suporte intermediário, pode-se ultrapassar, com duas pontes, um vão de até **42 m**;

- para seu emprego necessita que sejam neutralizados os fogos diretos sobre o C Agu.

Distribuição		Nr Pnt L Vtr	Nr Vtr L Pnt
Bda	Pel Eqp Ass / Cia E Cmb / Bda	4	2
	Cia E Pnt / BE Cmb / Bda Bld ou Mec	8	4
DE	Cia E Pnt / BE Cmb / ED	4	8
Ex Cmp	Cia E Pnt Pa / EEx	8	4

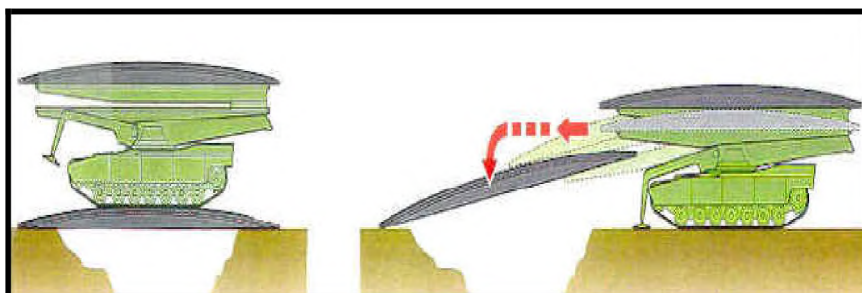



Figura 8. Ponte Lançada por Viatura Blindada

3) Equipagem de Ponte Modular Pesada

Distribuição		Nr Eq Pnt	Compr Pnt	Portadas
Bda	**Pel Eqp Ass / Cia E Cmb / Bda Inf L ou Inf Sl**	**1** (4 SR + 10 SI)	78,2 m	2 (3SF) ou 2 (4SF) ou 2 (5SF) ou 1 (6SF)
	Cia E Pnt / BE Cmb / Bda Bld ou Mec	**2** (2 SR + 20 SL)	156,4m	4 (3SF) ou 4 (4SF) ou 4 (5SF) ou 2 (6SF)
DE	**Cia E Pnt / BE Cmb / ED**	**4** (16 SR + 40 SI)	279,2 m	8 (3SF) ou 8 (4SF) ou 8 (5SF) ou 8 (6SF)
Ex Cmp	**Cia E Pnt Flu / EEx**	**4** (16 SR + 40 SI)	279,2 m	8 (3SF) ou 8 (4SF) ou 8 (5SF) ou 8 (6SF)

Obs:
SI (Seção Interior) = 6,7m; SR (Seção de Rampa) = 5,6 m; SF (Suporte Flutuante).

Figura 9. Equipagem de Ponte Modular Pesada Ribbon Bridge

7. UM EXEMPLO DE NECESSIDADES EM MATERIAL E EM PESSOAL DE ENGENHARIA PARA A TRANSPOSIÇÃO DE UM CURSO DE ÁGUA POR UMA DIVISÃO DE EXÉRCITO

a. 1ª Fase Técnica

Meio de transposição	Dosagem necessária	
	Material (1)	Pessoal de Eng (2)
Botes de Assalto (3)(4)(5)	1 VBP - 36/BI	4 Pel E/BI
	2 VBP - 58/BI	6 Pel E/BI
	3 VBP - 75/BI	7 Pel E/BI

Obs:

(1) computados a reserva de 1/3 de pessoal e material e os guias para as vagas de retorno;

(2) cada bote de assalto necessita de uma tripulação de três homens de engenharia (já computados nas necessidades de pessoal);

(3) VBP - Vaga de Botes Próprios;

(4) 36/BI - 36 botes de assalto por batalhão de infantaria;

(5) poderá ser empregada passadeira em rios com até 40m de largura e com possibilidade de neutralização dos fogos diretos sobre o C Agu.

b. 2ª Fase Técnica

Meio de transposição	Dosagem básica	Pessoal de Engenharia
Passadeira (*)	1/Bda	Cnst - 1 Pel E/Psd
		Mnt - 1 GE/Psd
Portada leve	1 local/Bda	Cnst - 1 Pel E/local
		Op - 1 GE/Prtd
Portada pesada	2 locais/Bda	a cargo da Cia E Pnt

Obs: (*) Para Ap Log e transposição da Res da Bda.

c. 3ª Fase Técnica

Meio de transposição	Largura do rio (L)	Dosagem básica	Pessoal de Engenharia
Ponte Modular Pesada	L ≤ 100 m Normal	1 Pnt por Bda de 1º Esc **ou** 2 por DE	construção e manutenção a cargo da Cia E Pnt
	100 m < L ≤ 300 m Obt de vulto		
	L > 300 m Obt de grande vulto	1 Pnt por DE	

8. DOTAÇÕES DE MATERIAL DOS DIVERSOS ESCALÕES DE Eng

GU ou G Cmdo Op	**Bda**					**DE**	**Ex Cmp**			
Tipo de GU Op ou G Cmdo Eng	**Inf Mtz**	**Inf L**	**Inf Pqdt**	**Inf Sl**	**Bld ou Mec**	**ED**	**E Ex**			
OM Eng ⇒ ⇓ Material	**Cia E Cmb**				**BE Cmb**	**BE Cmb (2 por ED) (1)**	**Cia E Pnt Flu**	**Cia E Pnt Pa**	**Cia E Pnt Pa Flu**	**Cia E Eqp**
Bote de assalto	36	36	20		72	90	180			
Eq Psd Flu alumínio (144 m)	1	1	1	1	1	2	1			
Ptrd L	2	1	1	2	4	9	12			
Eq Pnt Ponte Modular Pesada		1		1	2	4	4			
- Prtd Cl 55 **ou**		2		2	4	8	8			
- Pnt Cl 55 (m)		78,2		78,2	156,4	279,2	279,2			
Pnt Pa, DS, Compr = 25 m, Cl 50 **ou**								2		
Pnt Pa, DD, Compr = 40 m, Cl 35								1		
Pnt Pa, sobre S Flu, DS, Cl 32, (m)									230	
Pnt L Vtr	4			2	8	6		8		
Vtr L Pnt	2			1	4	3		4		
Compressor de ar	1	1	1	1	4	5				6
Motoniveladora	1	1	1	1	1	2				12
Carregadeira sobre rodas	1	1	1	1	1	2				12
Trator sobre lagartas	2	1	2	1	2	4				12
Trator multiuso, tipo Bob-Cat	5	4	3	3	5	9				
Retro-escavo-carregadeira sobre rodas	2	1	1	2	2	2				12
Guindaste					1	1				6
Compactador	1	1	1	1	1	1				12
VBC Eng Lam ou Rolo Corrente					4	3				6
VBE Eng L Tubos	3			2	4	3				6
VBE Eng Canhão Dest 165mm	3				2	3				6
VBE Eng Abertura de Brechas					3	3				6
- Rbq para abertura de brechas					2	4				8
- Rbq para disseminação de minas AC					2	4				8
- Rbq gerador de fumaça	7				7	14				24
Reforçador de solos (m)	80			80	160	320				720
- Vtr	1			1	2	4				8
- Pistas de 40 m	2			2	4	8				16
Embarcação Patrulha de Esquadra				20						
Embarcação Patrulha de Grupo				10						
Embc Log Flu (balsa)				2						
Embc Log Empurrador				2						

Obs: (1) dotação de cada um dos BE Cmb da ED.

9. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Exército Brasileiro. **Dados Médios de Planejamento Escolar. ME 101-0-3.** Escola de Comando e Estado-Maior do Exército. Rio de Janeiro: ECEME, 2004.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Emprego da Engenharia C5-1.** A Engenharia na Transposição de cursos de água. Manual de Campanha. Brasília: EGGCF, 1986.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Operações de Transposição de Cursos de Água C31-60. Manual de Campanha.** Brasília: EGGCF, 1996.

BRASIL. Exército Brasileiro**. Vade-Mecum de Engenharia, C 5-34.** Brasília: EGGCF, 1983.

US ARMY. **Combat Engineer Systems Handbook.** Fort Leonard Wood, Missouri, USA: US Army Engineer School, 1990.

US ARMY. **Engineer Field Data. FM 5-34.** Washington, DC: 1987.

Artigo do Maj Eng PAULO CESAR DE **PAOLI.**

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS E DE APLICAÇÃO

1. A ENGENHARIA NA TRANSPOSIÇÃO DE CURSO DE ÁGUA

COMPLETE O QUADRO

FASES DE TRANSPOSIÇÃO DE CURSO DE ÁGUA

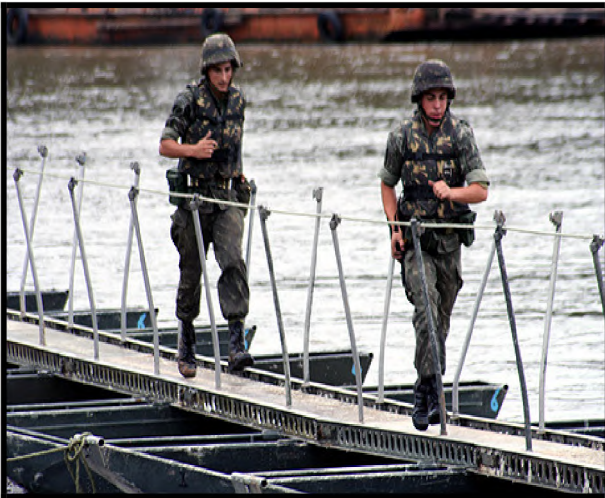
a. Descreva no espaço abaixo, da melhor maneira possível, a fase técnica de transposição relacionada com o meio de engenharia apresentado na figura.

DESCRIÇÃO

2. MEIOS DE TRANSPOSIÇÃO

COMPLETE O QUADRO

EQUIPAGENS DE DOTAÇÃO DO EXÉRCITO BRASILEIRO

IDENTIFICAÇÃO DAS EQUIPAGENS	
______________________________	**Botes pneumáticos**
______________________________	______________________________

Exercícios - 3

____

____

____

Equipagem Ribbon Bridge FSB EWK

____

____

3. CORDAME

EXERCÍCIO RESOLVIDO

a. O Aspirante Shalom Albert, recém egresso da AMAN, recebeu uma missão de seu Cmt SU: assessorá-lo na aquisição, no comércio local de Cachoeira do Sul-RS, de 100 metros de corda de 1" de sisal, para a montagem de um cabo submerso de uma pista de cordas.

Quantos Kg deste cordame a unidade irá adquirir?

SOLUÇÃO

1) Peso aproximado do cordame de 1" de sisal

0,405 Kg / metro

2) Peso aproximado de 100 metros de cordame

P = 0,405 x 100 = 40,5 Kg

RESPOSTA

A OM irá adquirir cerca de 40,5 Kg de cordame de 1" de sisal

EXERCÍCIO DE APLICAÇÃO

a. O Aspirante Marcelo Muta, do 6º BE Cmb, recebeu a missão de calcular a carga de trabalho (segurança) para um aparelho de força. "Sabe-se que o cordame novo utilizado é um cabo de 3/4" de sisal.

Qual é a carga de segurança do cabo novo?

SOLUÇÃO

RESPOSTA

EXERCÍCIO RESOLVIDO

a. O Aspirante Giovane Fuchs, servindo em Aquidauana-MS, necessitou de um cabo de sisal para tracionar uma viatura de 2400 Kg.

Qual o diâmetro, mais econômico, de cabo velho, que o Aspirante deverá adotar?

SOLUÇÃO

1) Carga de segurança = 2400 Kg

2) Fator de segurança = 8 (cabo velho)

3) Carga de ruptura = CS x FS = 2400 x 8 = 19200 Kg

4) Diâmetro = 2 5/8” (tabela)

RESPOSTA

O Aspirante deverá adotar o diâmetro de 2 5/8” para o cabo de sisal.

EXERCÍCIO DE APLICAÇÃO

a. Necessita-se de um cabo de sisal para elevarmos uma embarcação de manobra que pesa 5000 Kg.

Qual o diâmetro, mais econômico, de cabo de sisal novo, que deveremos adotar?

SOLUÇÃO

RESPOSTA

4. CABO DE AÇO

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

a. O Aspirante Alessandro Roberto necessitou realizar o falcassamento de um cabo de aço de 3/8”. Pede-se:

- O número, o espaçamento e o comprimento de cada falcassa.

SOLUÇÃO E RESPOSTA

1) Número de falcassas = 3 D = 3 x 3/8 = 9/8 = 1 1/8 = 2”

2) Espaçamento = 2 D = 2 x 3/8 = 6/8 = 1”

3) Comprimento = D = 3/8 = 1”

b. Em uma talha, necessita-se de um cabo de aço com alma de fibra para suportar um esforço de 2000 Kg.

Qual o tipo e o diâmetro de cabo de aço mais econômico a ser adotado?

SOLUÇÃO

1) Carga de segurança = 2000 Kg

2) Fator de segurança = 6 (mais econômico)

3) Carga de ruptura = CS x FS = 2000 x 6 = 12000 Kg

4) Diâmetro = 5/8” (tabela)

5) Tipo = 6 x 37 AF (devido a sua flexibilidade)

RESPOSTA

Deveremos adotar um cabo de aço 6 x 37 AF de 5/8”

c. Qual o peso de uma bobina contendo 150 metros do cabo de aço citado acima?

SOLUÇÃO

1) Peso aproximado do cabo 6 x 37 AF = 0,88 Kg / metro

2) Peso aproximado de 150 metros de cabo

P = 150 x 0,88 = 132,0 Kg

RESPOSTA

O cabo de 150 metros pesará aproximadamente 132 Kg.

EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

a. O Aspirante Flavio Gomes recebeu a missão de realizar uma emenda em dois pedaços de cabo de aço de 1 1/2".

Quantos clipes serão utilizados e qual o espaçamento entre eles?

SOLUÇÃO

RESPOSTA

b. O Aspirante Bartolomeu Bezerra recebeu a missão de selecionar um cabo de aço que será utilizado num elevador de baixa velocidade que transportará 8 pessoas. O peso médio de cada pessoa é de 80 Kg.

Qual o diâmetro do cabo de aço a ser utilizado, atendendo-se as condições de segurança e o princípio da economia de meios?

SOLUÇÃO

RESPOSTA

c. O Aspirante Marcos Lairton recebeu a missão de selecionar o cabo de aço com alma de aço mais econômico para ser utilizado como cabo estático, sabendo-se que a carga de segurança é de 2000 Kg.

Qual o diâmetro do cabo a ser utilizado?

Qual é quantidade e o espaçamento dos clipes de aço a serem utilizados num local de emenda?

SOLUÇÃO

RESPOSTA

5. ANCORAGEM

EXERCÍCIO RESOLVIDO

a. O Aspirante Big S. Lima, Cmt do Pel Pnt do 3º BE Cmb recebeu a missão de lançar um cabo-guia no Rio Jacuí para a ancoragem de uma ponte, onde verificou-se que o vão possui 180 metros e as margens medem aproximadamente 4,0 metros.

Qual será:

1) a flecha do cabo-guia ?

2) a distância do ponto de elevação à margem ?

3) a distância do cabo-guia ao eixo da ponte ?

4) a altura do ponto de amarração ?

5) a distância do ponto de elevação ao ponto de amarração ?

SOLUÇÃO E RESPOSTA

1) Vão = V = 180,0 m

2) Altura das margens = h = 4,0 m

3) Flecha = F = 0,05 x V = 0,05 x 180 = 9,0 m

4) Distância do ponto de elevação à margem = Dm = F + 15 = 9,0 + 15,0 = 24,0 m

5) Distância do cabo-guia ao eixo da ponte = DE = F + 16 - h = 9 + 16 - 4 = 21,0 m

6) Altura do ponto de amarração = H = (F + 1) - h = 10 - 4 = 6,0 m

6) Distância do ponto de elevação ao ponto de amarração = D = H = 6,0 m

EXERCÍCIO DE APLICAÇÃO

a. O Aspirante Los Angeles G. de Morais, servindo no 7º BE Cmb, recebeu a missão de lançar um cabo-guia. Sabe-se que no local em questão, já foi lançado um cabo-guia onde a altura do ponto de amarração era de 5,0 m. Vão do rio: 100 metros.

Qual será:

1) a flecha ?

2) a altura das margens ?

3) a distância do ponto de elevação à margem ?

4) a distância do cabo-guia ao eixo da ponte ?

5) a distância do ponto de elevação ao ponto de amarração ?

SOLUÇÃO E RESPOSTA

COMPLETE O QUADRO

TIPOS DE SISTEMAS DE ANCORAGEM

TIPO DE ANCORAGEM	LEITO	VEL CORRENTE	VÃO	MARGENS
	mole	0,8 m/s	40,0 m	4,0 m
	terra	0,9 m/s	80,0 m	3,0 m
	terra	1,3 m/s	90,0 m	2,0 m
	argila	2,0 m/s	140,0 m	3,0 m
	cascalho	2,6 m/s	130,0 m	4,0 m
	argila	2,8 m/ c/ correntes reversas	150,0 m	3,0 m

6. APARELHOS E MANOBRAS DE FORÇA

EXERCÍCIO RESOLVIDO

a. O Aspirante Josevaldo, do 5ºBE Cmb, recebeu a missão de montar um aparelho de força denominado cábrea. As longarinas utilizadas possuem 0,3 m x 9,0 m aproximadamente.

Qual é a capacidade deste aparelho de força?

SOLUÇÃO

1) Capacidade de carga cábrea = Capacidade da longarina pau-de-carga x 7/8 x 2

Capacidade da cábrea = 18000 (tabela) x 7/8 x 2 = 31500 Kg

RESPOSTA

A capacidade de carga deste aparelho de força é de 31500 Kg.

EXERCÍCIO DE APLICAÇÃO

a. O Aspirante Marcelo Lima, servindo na 6a. Cia E Cmb Bld, recebeu a missão de montar um trípode onde cada longarina possuía 0,2 m x 12,0.

Qual é a capacidade de carga deste aparelho de força?

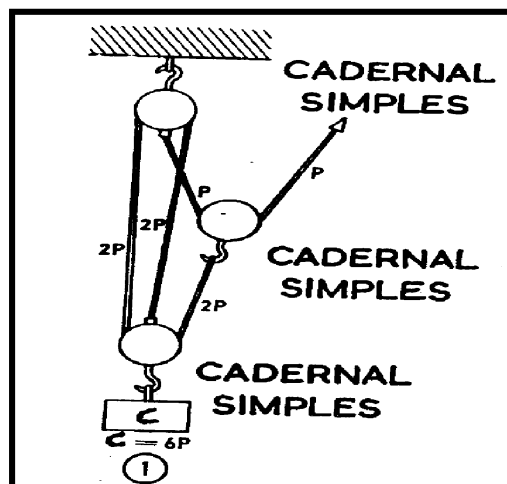
SOLUÇÃO

RESPOSTA

EXERCÍCIO RESOLVIDO

a. O Aspirante Alexandre Martins, do 2º BE Cmb recebeu a missão de levantar uma carga de 1200 Kg. Utilizando-se do sistema de força abaixo cumpriu a missão.

Quantos homens foram necessários para o cumprimento da missão, utilizando o princípio da economia de meios?

SISTEMA DE FORÇA

SOLUÇÃO

1) Rendimento sistema = 6

2) Força = Peso / R = 1200 / 6 = 200 Kg

3) Tração humana na vertical = 45 Kg

4) Número pessoas = Força / tração vertical = 200 / 45 = 4,4 = 5 homens

5) Tração humana na horizontal = 27 Kg

6) Número de pessoas = Força / tração horizontal = 200 / 27 = 7,1 = 8 homens

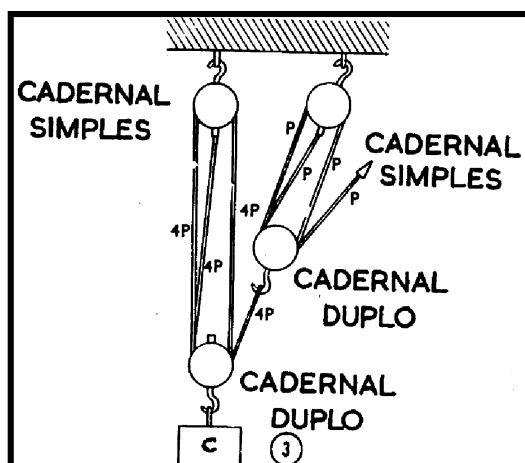
RESPOSTA

Foram utilizados cinco homens com tração na vertical

EXERCÍCIO DE APLICAÇÃO

a. O Aspirante Gladstone, do 4º BE Cmb recebeu a missão de levantar uma embarcação de manobra que pesa 2400 Kg, utilizando o sistema de forças abaixo.

Quantos homens foram necessários para o cumprimento da missão, utilizando tração humana na vertical e o princípio da economia de meios?

SISTEMA DE FORÇA

SOLUÇÃO E RESPOSTA

7. MOTOR DE POPA

EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

a. O Aspirante Barreto Sales, Cmt Pel Eqp Assalto do 3º BE Cmb, recebeu a missão de realizar a manutenção dos motores de popa.

1) Quais são as atribuições do operador do motor de popa na manutenção de 1º escalão ?

R: --

--

--

--

--

--

2) Qual é a proporção de lubrificante/combustível na preparação da mistura utilizada pelos motores de popa e quais são os componentes da mesma ?

R: Lubrificante: ---

R: Combustível:--

3) Qual é o período de armazenamento aconselhado de uma mistura já utilizada ?

R: ---

4) O que significa uma hélice 12” x 14” ?

R:---

5) Por que o motor pode operar apenas por dois minutos na marcha ré ?

R:--

8. NAVEGAÇÃO

EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

a. O Aspirante Marcelo, da 1ª. Cia E Pqdt, recebeu a missão de deslocar-se para a Baía da Guanabara com a missão de apoiar o exercício de navegação de uma Cia Inf Pqdt.

1) Cite seis regras básicas de segurança de navegação.

----

2) Cite o material necessário para equipar um bote a motor com cinco pessoas.

----

3) Qual é o significado do comando “Solecar” ?

R:---

----

9. BOTES PNEUMÁTICOS

EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

a. O Aspirante Dutra, Cmt Pel Eqp Assalto, do 2º BE Cmb, recebeu a missão de conferir seu material carga.

1) Cite três modelos de bote pneumáticos de reconhecimento que utilizam motor de popa ?

----

2) Cite dois modelos de bote pneumáticos de assalto que não utilizam motor de popa.

----

3) Cite duas normas para manutenção de botes pneumáticos.

----

4) Qual é o procedimento que deve ser adotado, estando o bote inflado e exposto por muito tempo ao sol forte ?

R:---

----

5) Como deverão ser os locais de armazenagem dos botes pneumáticos ?

R:---

----

10. PASSADEIRA FLUTUANTE DE ALUMÍNIO

EXERCÍCIO RESOLVIDO

a. O 1º Ten Tenório, servindo na 6a. Cia E Cmb Bld, recebeu a missão de construir uma Passadeira Flutuante de Alumínio no Rio Pelotas, com base nos dados do Relatório de Reconhecimento.

Calcule a quantidade de material para a construção da mesma e a quantidade de viaturas e reboques necessários para o transporte da mesma.

EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

DADOS DO RELATÓRIO DE RECONHECIMENTO DO RIO PELOTAS - JAN 95

LOCAL	ALFA	BRAVO	CHARLIE	DELTA	ECHO
1. Velocidade da corrente	1,2 m/s	1,4 m/s	1,5 m/s	2,0 m/s	3,4 m/s
2. Altura da margem	0,4 m	0,5 m	4,0 m	3,7 m	0,3 m
3. Profundidade junto a margem	3,0 m	0,6 m	0,7 m	1,8 m	0,7 m
4. Profundidade do rio	3,6 m	3,8 m	4,0 m	4,7 m	4,1 m
5. Vão	115 m	120 m	120 m	150 m	100 m
6. Condições de acesso	impossível	boas	boas	regular	regular

SOLUÇÃO E RESPOSTA

1) Impedimentos: Alfa (3/6), Bravo (livre), Charlie (2), Delta (2/3/5), Echo (1)

2) Local escolhido: Bravo

3) Vão = 120,0 m

4) Nr lances = Vão / 3,43 = 120 / 3,43 = 34,985 = 34 (aprox. para menor)

5) Nr painéis = Nr lances + 10 % = 34 + 3,4 = 37,4 = 38 (aprox. para maior)

6) Nr flutuadores = Nr painéis + 1 = 38 + 1 = 39

7) Nr tirantes = 39 (1 por flutuador, corrente maior que 1,0 m/s)

8) Nr balaústres = Nr painéis x 4 = 152

9) Transporte = 2 viaturas 2 1/2 t com dois reboque tipo politipo (cada conjunto viatura/reboque transporta meia equipagem - 72 m).

a. O Aspirante Ching San, do 9º BE Cmb, recebeu a missão de construir uma Passadeira Flutuante de Alumínio no Rio Madeira, em D 2300 (noite).

Calcule o material e o provável horário final de construção da mesma.

DADOS	VEL CORRENTE	ALTURA DA MARGEM	PROFUNDIDA DE DA MARGEM	VÃO
JAN 95	1,3 m/s	0,6 m	0,7 m	85 m

SOLUÇÃO E RESPOSTA

11. PORTADA LEVE

EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

a. O 1º Ten José Silva recebeu a missão de ministrar uma instrução sobre a equipagem de Portada Leve.

1)Com base nas informações recebidas, complete o quadro abaixo.

TURMAS DE TRABALHO - PORTADA LEVE

TURMAS	SARGENTOS	EQUIPE	SOLDADOS
Transporte de botes	_____	**A** **B**	**08** _____
____________________________	_____	**A** **B**	_____ _____
Montagem		**-**	_____
____________________________	**01**	**-**	_____
Total	_____	**-**	**40**

2)Cite duas missões da turma de montagem.

____

____

3) Cite o nome da turma de trabalho responsável pala instalação das âncoras.

____

12. PONTE DOBRÁVEL FLUTUANTE RIBBON BRIDGE FSB - EWK

EXERCÍCIO DE APLICAÇÃO

a. O 2º Tenente Ubaldo, Comandante do Pelotão de Pontes do 5º BE Cmb, recebeu a missão transpor uma viatura Classe Militar 24 (carregamento normal) numa Portada Ribbon Bridge FSB – EWK. Sabe-se que no local da transposição a velocidade da corrente é de 2,1 m/s e o vão do rio de 200 metros. Adotar os parâmetros mais econômicos e seguros.

Pede-se:

1) o tipo de Portada Ribbon Bridge FSB – EWK que será construído ?

2) o efetivo necessário à operação da portada ?

3) a profundidade mínima para abertura dos módulos ?

4) a inclinação longitudinal máxima para lançamento livre ?

5) a inclinação lateral máxima para lançamento livre ?

SOLUÇÃO E RESPOSTA

13. PONTE DOBRÁVEL FLUTUANTE RIBBON BRIDGE FFB 2000 – KRUPP / MAN

EXERCÍCIO DE APLICAÇÃO

a. O 1º Tenente Fritzen, Comandante da Companhia de Pontes do 3º BE Cmb, recebeu a missão transpor uma viatura Classe Militar 35 (carregamento normal) numa Portada Ribbon Bridge FFB 2000 – KRUPP / MAN. Sabe-se que no local da transposição a velocidade da corrente é de 1,5 m/s e o vão do rio de 320 metros. Adotar os parâmetros mais econômicos e seguros.

Pede-se:

1) o tipo de Portada Ribbon Bridge FFB 2000 – KRUPP/MAN que será construído ?

2) o efetivo necessário à operação da portada ?

3) a profundidade mínima para abertura dos módulos ?

4) a inclinação longitudinal máxima para lançamento livre ?

5) a inclinação lateral máxima para lançamento livre ?

6) a velocidade máxima do vento para lançamento livre ?

SOLUÇÃO E RESPOSTA

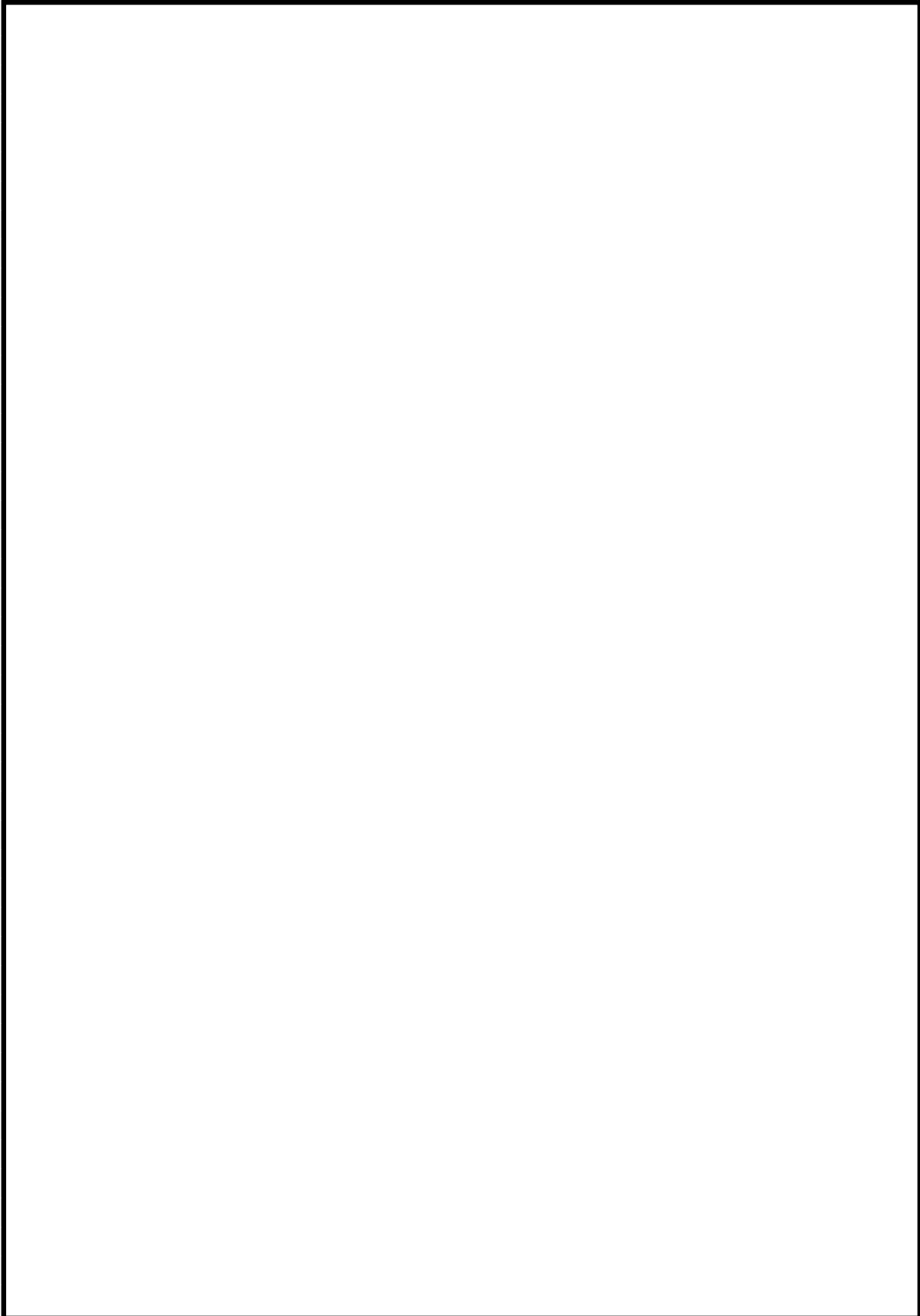
14. PONTE BAILEY UNIFLOTE

EXERCÍCIO DE APLICAÇÃO

a. O Cap Evando, Comandante da 1ª Companhia de Engenharia de Combate do 3º BE Cmb, recebeu a missão construir uma Ponte Bailey Uniflote para transpor uma viatura Classe Militar 22. Realize o projeto desta ponte no espaço abaixo.

São dados:

1) a largura do rio: 220 metros;
2) a altura da margem esquerda: 1,60 metros;
3) a altura da margem direita: 1,90 metros;
4) a distância da margem esquerda do ponto de calado mínimo: 12 metros;
5) a distância da margem direita do ponto de calado mínimo: 15 metros;
6) a resistência do solo na margem esquerda: 2 Kg/cm²;
7) a resistência do solo na margem direita: 1 Kg/cm²;

SOLUÇÃO E RESPOSTA

15. PONTE FITA

EXERCÍCIO DE APLICAÇÃO

a. O 1º Ten Willian, Comandante do Pelotão de Pontes de Painéis do 3º BE Cmb, recebeu a missão construir uma Ponte Fita para transpor uma viatura Classe Militar 28.

São dados:

1) a largura do rio: 85 metros;
2) a velocidade da corrente: 0,4 m/s;
3) a altura da margem direita e da margem esquerda: 0,2 m;
4) a variação do nível da água: inexistente.

Pede-se:

1) a quantidade de uniflotes que serão utilizados;
2) a quantidade de conectores articulados (do tipo fêmea) que serão utilizados;
3) a quantidade de barras de limitação que serão utilizadas;
4) a quantidade de estrados transversais de junta que serão utilizados;
5) a quantidade de conectores de rampa (do tipo macho) que serão utilizados.

SOLUÇÃO E RESPOSTA

16. PONTE MAT6

EXERCÍCIO DE APLICAÇÃO

a. O 1º Ten Dirceu, Comandante do Pelotão de Pontes do 6º BE Cmb, recebeu a missão construir três Portadas M4T6 para transporem viaturas com Classe Militar 30.

São dados:

1) a largura do rio: 250 metros;
2) a velocidade da corrente: 1,2 m/s;
3) a altura da margem direita e da margem esquerda: 0,1 m;
4) a variação do nível da água: inexistente.

Pede-se:

1) os tipos de portadas que serão construídos;
2) a quantidade de equipagens M4T6 necessárias;
3) o pessoal necessário para construção de cada portada;
4) o pessoal necessário para operação de cada portada;
5) o tempo necessário para a construção de cada portada.

SOLUÇÃO E RESPOSTA

17. PONTE BAILEY M2

EXERCÍCIO DE APLICAÇÃO

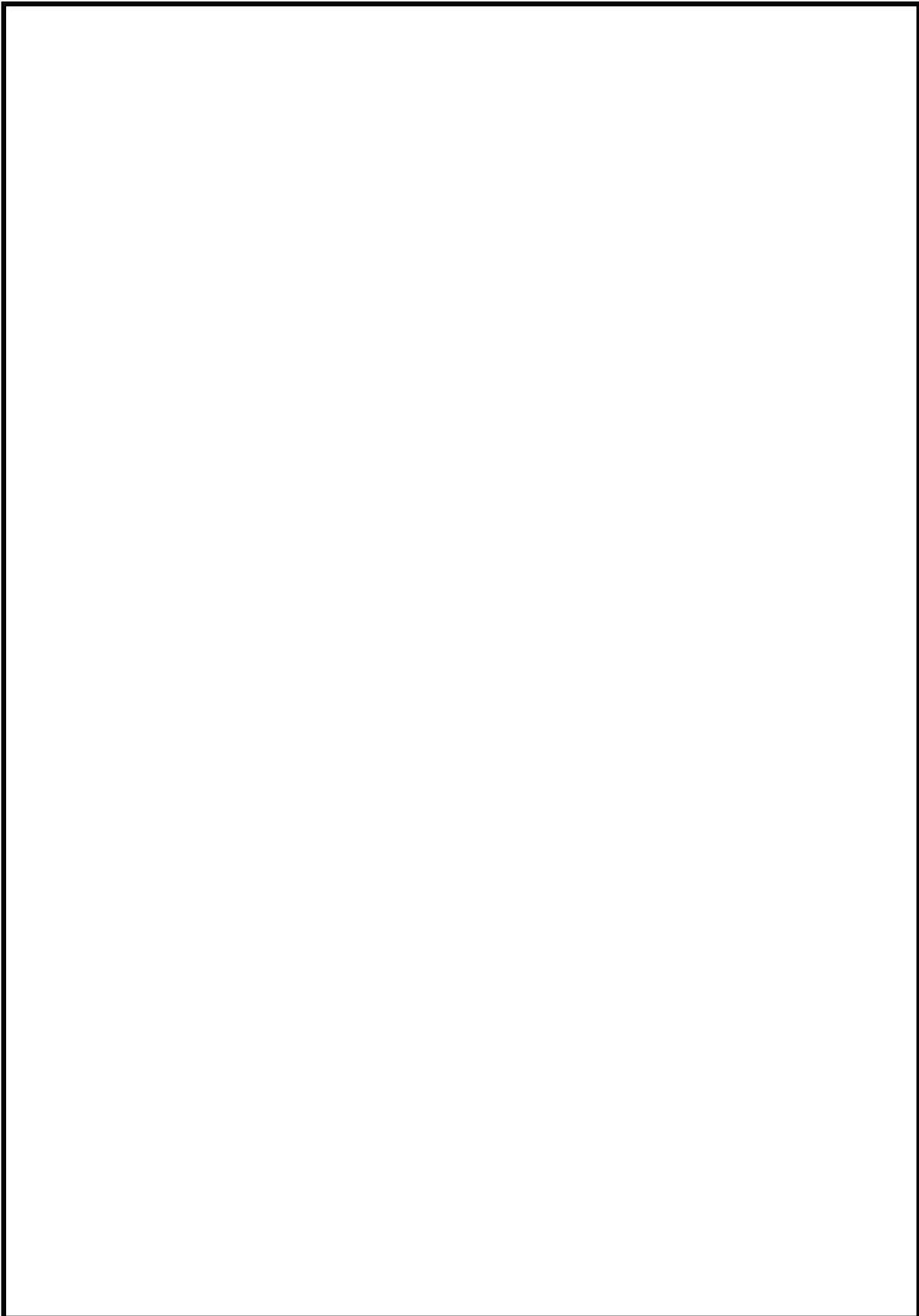
a. O 1º Ten Maranhão, Comandante do Pelotão de Pontes de Painéis do 3º BE Cmb, recebeu a missão construir uma Ponte Bailey M2 para transpor uma viatura Classe Militar 28. Realize o projeto desta ponte no espaço abaixo.

São dados:

1) o vão: 26 metros;
2) a altura da margem direita: 4,4 m;
3) a altura da margem esquerda: 4,6 m;
4) ambas as margens são de asfalto

Pede-se:

1) a distância dos roletes de lançamento;
2) o comprimento mínimo da ponte;
3) o comprimento normal da ponte;
4) o comprimento real da ponte;
5) o número de roletes de montagem;
6) as fundações para os roletes de montagem de 1ª e 2ª margens;
7) o número de seções do nariz de lançamento;
8) o abaixamento a ser corrigido;
9) o tempo de construção da ponte.

SOLUÇÃO E RESPOSTA

18. PONTE COMPACT 200

EXERCÍCIO DE APLICAÇÃO

a. O Cap Borba, Comandante da Companhia de Pontes do 3º BE Cmb, recebeu a missão construir uma Ponte Compact 200 para transpor uma viatura Classe Militar 35. Realize o projeto desta ponte no espaço abaixo.

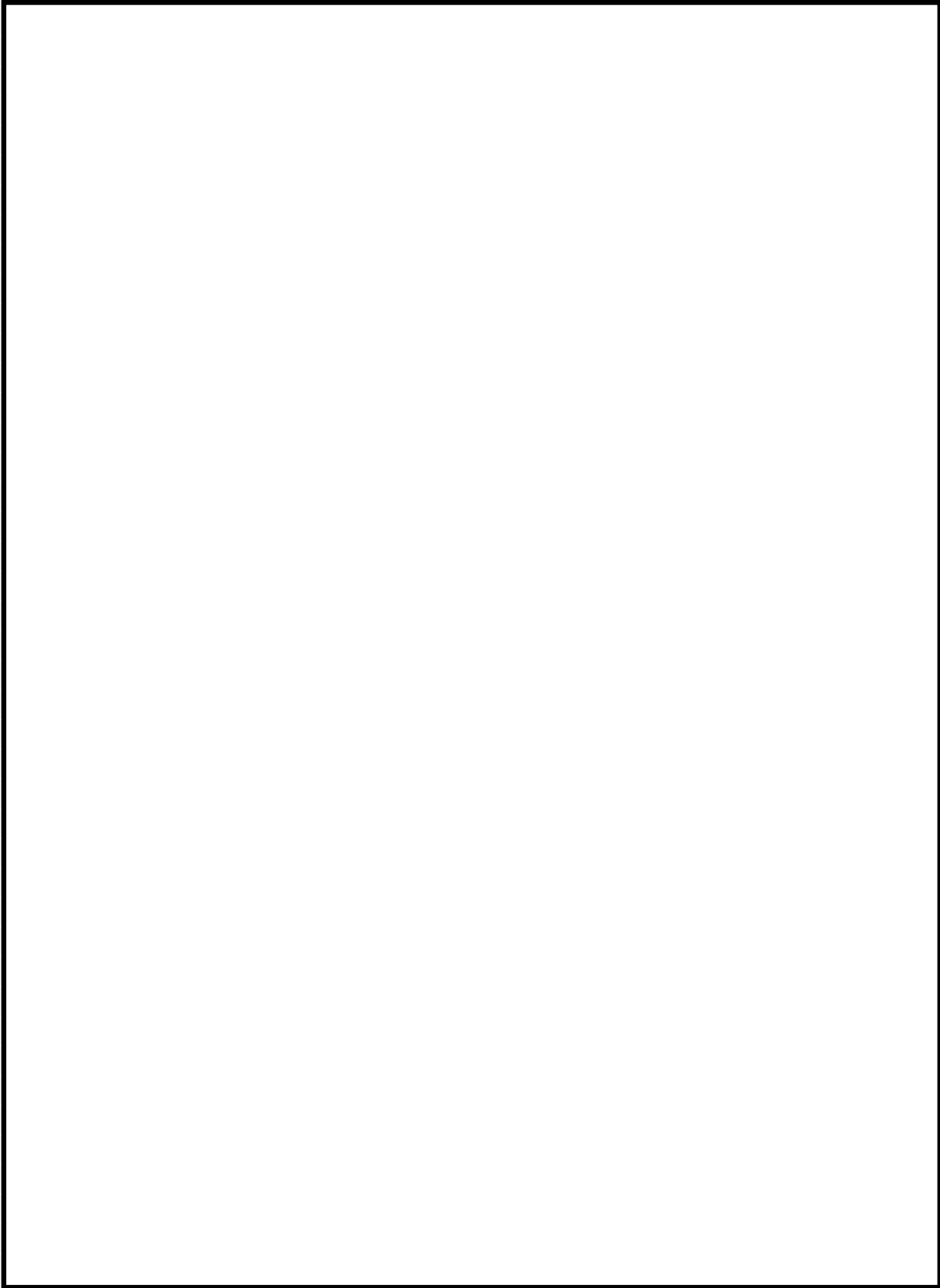
São dados:

1) o vão: 37 metros;
2) a altura da margem direita: 4,1 m;
3) a altura da margem esquerda: 4,2 m;
4) ambas as margens são de asfalto

Pede-se:

1) a distância dos roletes de lançamento;
2) o comprimento mínimo da ponte;
3) o comprimento normal da ponte;
4) o comprimento real da ponte;
5) o número de roletes de montagem;
6) as fundações para os roletes de montagem de 1ª e 2ª margens;
7) o número de seções do nariz de lançamento;
8) o abaixamento a ser corrigido;
9) a quantidade de engates de elevação do nariz de lançamento;
10) o tempo de construção da ponte;
11) a constituição das turmas de construção.

SOLUÇÃO E RESPOSTA

Exercícios - 30

19. EMBARCAÇÃO DE MANOBRA

EXERCÍCIO DE APLICAÇÃO

a. O 3º Sgt Tasch, do 3º BE Cmb, responsável pela manutenção da embarcação de manobra americana de 27 pés necessita abastecer o equipamento para uma operação militar. Sabe-se que a embarcação americana de 27 pés necessitará operar durante 35 horas descontínuas, com aproximadamente 2800 RPM (rotações por minuto).

Pede-se:

1) o tipo de combustível que será utilizado;
2) a quantidade total de combustível que será utilizado;
3) a tripulação necessária à embarcação;
4) a quantidade total de combustível caso a rotação do motor fosse reduzida para 2400 RPM.

SOLUÇÃO E RESPOSTA

EXERCÍCIO PADRÃO

a. O 1ºTen Paoli, servindo na AMAN, recebeu a missão de:

1) Lançar um cabo-guia no R Paraíba do Sul, Resende, RJ.
2) Construir uma Passadeira Flutuante de alumínio no mesmo local.
3) Realizar as emendas necessárias no cabo-guia.
4) Construir um trípode na 1ª margem.

DADOS COMPLEMENTARES

1. Vão	**132,0 m**
2. Altura da 1a. margem	**0,6 m**
3. Altura da 2a. margem	**0,9 m**
4. Profundidade da 1a. margem	**0,7 m**
5. Profundidade da 2a. margem	**0,8 m**
6. Profundidade média	**3,5 m**
7. Velocidade da corrente	**1,6 m**
8. Correntes reversas	**sim**
9. Condições de acesso	**boas**
10. Viaturas disponíveis	**1 vtr 1/4, 4 vtr 2 1/2 t com reboque**
11. Longarinas disponíveis	**três (0,30 m x 12,0 m)**

b. Com base nas missões e informações complementares, realize os cálculos necessários para o cumprimento das mesmas.

SOLUÇÃO E RESPOSTA